

ابن سينا

الشفاء

الرياضيات

منشورات مكتبة آية الله العظمى المرعشي النجفي
قم المقدسة - إيران ١٤٠٥ هـ

ابن سينا:

الشفاء

الرياضيات

٤ - علم الهيئة

مراجعة وتصدير

الدكتور إبراهيم بيومي مذكور

تحقيق

الدكتور إمام إبراهيم أحمد

الدكتور محمد رضا مدور

shiabooks.net

رابط بديل < mktba.net

منشورات مكتبة آية الله العظمى المرعشي النجفي

قم المقدسة - إيران ١٤٠٥ هـ

محتويات الكتاب

رقم الصفحة

| | |
|-----|--|
| ٩ | تصدير - للدكتور إبراهيم مذكور |
| ١٣ | المقالة الأولى من تلخيص كتاب بطليموس في التعليم وهو كتاب المجسطى |
| ١٦ | الفصل الأول - فصل في أن السماء كرية الحركة |
| ٢٠ | الفصل الثاني - فصل في أن الأرض كرية عند الحس |
| ٢١ | الفصل الثالث - فصل في أن الأرض مستقرة في الوسط |
| ٢٤ | الفصل الرابع - فصل في أن لا مقدار للأرض عند الفلك |
| ٢٤ | الفصل الخامس - فصل في أن ليس للأرض حركة انتقال |
| | الفصل السادس - فصل في القول على أن لكل حركة واحدة تعسها وتفسرها من المشرق إلى المغرب |
| ٢٦ | |
| ٢٩ | الفصل السابع - فصل في معرفة أوتار أجزاء الدائرة |
| ٤٧ | الفصل الثامن - فصل في معرفة الميل |
| ٥٤ | الفصل التاسع - فصل في معرفة الجيوب |
| ٧٦ | الفصل العاشر - فصل في المطالع حيث الكرة منتصبه |
| ٨٣ | المقالة الثانية في جملة وضع المسكون من الأرض وذكر أغراض المقالة |
| ٨٤ | الفصل الأول - فصل في معرفة سعة المشرق |
| ٩١ | الفصل الثاني - فصل في معرفة نسب المقاييس إلى أغلاها في الاعتدالين والانقلابين |
| ٩٤ | الفصل الثالث - فصل في خواص الدوائر الموازية لمعدل النهار |
| ١٠٥ | الفصل الرابع - فصل في المطالع بحسب العروض |
| ١١٦ | الفصل الخامس - فصل في الأشياء الجزئية التي تعلم من المطالع |
| ١١٨ | الفصل السادس - فصل في معرفة الزوايا التي تحدث من تقاطع دائرتي البروج ونصف النهار |

| | |
|-----|--|
| ١٢٥ | الفصل السابع - فصل في معرفة الزوايا التي تحدث من تقاطع دائرتي البروج والأفق |
| ١٣٣ | الفصل الثامن - فصل في معرفة الزوايا الحادثة من تقاطع دائرة البروج والدائرة المارة بقطبي الأفق |
| ١٤٩ | المقالة الثالثة في مقدار زمان السنة |
| ١٦٢ | الفصل الأول - فصل في الأصول التي توضع للحركة المستوية التي تجري على الاستدارة |
| ١٨٤ | الفصل الثاني - فصل فيما يظهر للشمس من اختلاف الحركة |
| ١٩١ | الفصل الثالث - فصل في معرفة الاختلافات الجزئية |
| ٢٠٦ | الفصل الرابع - فصل في اختلاف الأيام بلياليها |
| ٢١٣ | المقالة الرابعة في الأرصاد التي ينبغي أن تستعمل في معرفة حركات القمر |
| ٢١٤ | الفصل الأول - فصل في معرفة أزمان أدوار القمر |
| ٢٢٥ | الفصل الثاني - فصل في حركات القمر الجزئية المستوية |
| ٢٢٧ | الفصل الثالث - فصل في أن الذي يلزم القمر من الاختلاف شيء واحد إن جعل ذلك على جهة الفلك الخارج المركز وإن جعل على جهة فلك التدوير |
| ٢٣٣ | الفصل الرابع - فصل في تبين اختلاف القمر الأول البسيط |
| ٢٦٥ | الفصل الخامس - فصل في تصحيح حركات القمر المستوية في الطول وفي الاختلاف |
| ٢٦٦ | الفصل السادس - فصل في حاصل حركات القمر المستوية في الطول والاختلاف |
| ٢٦٦ | الفصل السابع - فصل في تصحيح مجازات القمر في العرض وحاصلها |
| ٢٧٣ | الفصل الثامن - فصل في أن الخلاف الذي وقع لا برخص في مقدار الاختلاف لم يكن من الأصول التي عمل عليها بل من الحساب |
| ٢٧٨ | المقالة الخامسة وفي تحقيق أحوال القمر |
| ٢٧٨ | الفصل الأول - فصل في صفة آلة تقاس بها الكواكب |
| ٢٨٢ | الفصل الثاني - فصل في الأصل الذي يعمل عليه في أمر اختلاف القمر المضعف |
| ٢٩١ | الفصل الثالث - فصل في معرفة اختلاف القمر الكائن على حساب بعده من الشمس |
| ٢٩٣ | الفصل الرابع - فصل في معرفة الناحية التي يحاذيها فلك تدوير القمر |
| ٣٠٢ | الفصل الخامس - فصل كيف يعلم مسير القمر الخفي من تحركاته المستوية بطريق الخطوط |
| ٣٠٥ | الفصل السادس - فصل في معرفة عمل جداول لجميع اختلاف القمر |
| ٣١٠ | الفصل السابع - فصل في أن الاختلاف الذي من قبل الفلك الخارج المركز ليس له قدر في أوقات الاجتماعات والاستقبالات |
| ٣١٥ | الفصل الثامن - فصل في اختلاف المنظر الذي يعرض للقمر |
| ٣٢١ | الفصل التاسع - فصل في تبين أبعاد القمر |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|--|--|---|--|---|---|--|--|--|--|---|---|-----------------|--|--|---|---|--|--|--|--|---|---|--|--|
| ٣٢٦ | ٣٢٩ | ٣٣٦ | ٣٤٦ | ٣٧٥ | ٣٧٩ | ٣٨٣ | ٣٩٦ | ٤٠٨ | ٤١٦ | ٤٢٠ | ٤٢٩ | ٤٣٧ | ٤٤٥ | ٤٥٠ | ٤٥٦ | ٤٦١ | ٤٦٣ | ٤٦٤ | ٤٦٦ | ٤٧٢ | ٤٧٦ | ٤٨٥ | ٤٨٧ | ٤٩٣ | ٤٩٤ |
| الفصل العاشر - فصل في مقادير أقطار الشمس والقمر والظل التي ترى في الاجتماعات والاستقبالات | الفصل الحادى عشر - فصل في معرفة بعد الشمس وما يتبين ببيانه | الفصل الثانى عشر - فصل في اختلافات المنظر الجزئية للشمس والقمر | الفصل الثالث عشر - فصل في تعديل اختلاف المنظر وتفصيله | المقالة السادسة في معرفة عمل جداول الاجتماعات والاستقبالات | الفصل الأول - فصل في معرفه حساب الاجتماعات والاستقبالات الوسطى والخصه | الفصل الثانى - فصل في بيان حدود كسوفات الشمس والقمر | الفصل الثالث - فصل في أبعاد ما بين الشهور التي قد يكون فيها الكسوفات | الفصل الرابع - فصل في صفة عمل جداول الكسوفات | الفصل الخامس - فصل في حساب الكسوفات القمرية وتعديلها | الفصل السادس - فصل في حساب الكسوفات الشمسية وتعديلها | الفصل السابع - فصل في الجهات التي تحاذيها الكسوفات وتعديلها | المقالة السابعة في جوامع أمور الكواكب الثابتة | المقالة الثامنة | الفصل الأول - فصل في مقارنة الكواكب الثابتة للشمس في الطلوع أو في توسط السماء أو في الغروب | الفصل الثانى - فصل في ظهور الكواكب الثابتة للرؤية واختفاؤها عنها | المقالات التاسعة والعاشره والحادية عشر في جوامع أمور الكواكب المتغيرة | الفصل الأول - فصل في مراتب أكر الكواكب السبعة | الفصل الثانى - فصل في الأصول التي يعمل عليها في الكواكب الخمسة | الفصل الثالث - فصل في عودات أدوار الكواكب الخمسة | الفصل الرابع - فصل فيما يحتاج إلى تقديمه في أمر الأصول التي يعمل عليها في الكواكب الخمسة | الفصل الخامس - فصل في أصناف الأصول التي يعمل عليها وفصولها | الفصل السادس - فصل في معرفة أبعد البعد لعطارد والزهرة | الفصل السابع - فصل في أن عطارد يكون على أقرب قربه في الدورة الواحدة مرتين | الفصل الثامن - فصل في معرفة أبعد الأبعد للزهرة | الفصل التاسع - فصل في معرفة مقدار فلك تدوير الزهرة |

| | |
|-----|---|
| ٤٩٩ | الفصل العاشر - فصل في معرفة بعد مركز المعدل عن مركز البروج لعطارد و الزهرة |
| ٥٠٤ | الفصل الحادى عشر - فصل في معرفة بعد مركز الحامل عن مركز المعدل لعطارد |
| ٥١٠ | الفصل الثانى عشر - فصل في تصحيح حركات عطارد الدورية |
| ٥١٩ | الفصل الثالث عشر - فصل في تصحيح حركات الزهرة الدورية |
| ٥٢٤ | الفصل اربع عشر - فصل فيما يحتاج إلى تقديمه في تعيين أمر سائر الكواكب |
| ٥٢٨ | الفصل الخامس عشر - فصل في تعيين الخروج عن المركز في الكواكب الثلاثة وبعدها الأبعد |
| ٥٤٩ | الفصل السادس عشر - فصل في معرفة متناويز أفلاك تداوير الكواكب الثلاثة |
| ٥٥٤ | الفصل السابع عشر - فصل في تصحيح حركات هذه الكواكب الدورية |
| ٥٥٩ | الفصل الثامن عشر - فصل في معرفة المسيرات الخفية من الحركات الدورية |
| ٥٦٢ | الفصل التاسع عشر - فصل في معرفة عمل جداول الاختلافات |
| ٥٦٥ | الفصل العشرون - فصل في حساب مسير الكواكب الخمسة في الطول |
| ٥٦٩ | المقالة الثانية عشرة في ما يحتاج إلى تقديمه في معرفة رجوع الكواكب الخمسة |
| ٥٨٤ | الفصل الأول - فصل في معرفة رجوعات الكواكب الخمسة |
| ٥٩٤ | الفصل الثانى - فصل في صفة عمل جداول وقوفات هذه الكواكب |
| ٥٩٦ | الفصل الثالث - فصل في معرفة الأبعاد العظمى من الشمس للزهرة وعطارد |
| ٦٠٩ | المقالة الثالثة عشرة في الأصول التى يعمل عليها في ممر الكواكب الخمسة في العرض |
| ٦١٦ | الفصل الأول - فصل في معرفة مقادير هذه الميول والانحرافات |
| ٦٢٢ | الفصل الثانى - فصل في صفة عمل جداول للممرات الجزئية في العرض |
| ٦٣٧ | الفصل الثالث - فصل في حساب تباعد الكواكب الخمسة في العرض |
| ٦٤٠ | الفصل الرابع - فصل في ظهور الكواكب الخمسة واختفاؤها |
| ٦٤٣ | الفصل الخامس - فصل في أن ما يرى من خواص ظهور الزهرة وعطارد واختفاؤها موافق للأصول التى وضعت لهما |
| ٦٤٦ | الفصل السادس - فصل في المسالك إلى معرفة الأبعاد الجزئية عن الشمس عند ظهورات هذه الكواكب واختفاؤها |
| ٦٥١ | ابتداء المقالة المضافة إلى ما اختصر من كتاب المجسطى مما ليس يدل عليه المجسطى |

تصدير

للدكتور إبراهيم مذكور

بدأت الحركة العلمية في الإسلام منذ عهد مبكر ، فعولج قدر منها في أخريات القرن الأول للهجرة ، وانصبت أولاً على العلوم الإنسانية من فقه وحديث ، وأدب ولغة ، ثم لم تلبث أن امتدت إلى العلوم الطبيعية والرياضية ، وتعمق المسلمون في درسها جميعاً في القرون الثلاثة التالية ، وحرصوا على أن يفيدوا من الثقافات السابقة ، شرقية كانت أو غربية ، فأخذوا عن الثقافة الهندية والفارسية ، كما أخذوا عن الثقافة اليونانية واللاتينية ، ورسموا مناهج واضحة للدرس والبحث ، وقامت بينهم مدارس وفرق امتازت كل واحدة منها ببعض الآراء والنظريات . وعنوا عناية خاصة ، بين العلوم الطبيعية والرياضية ، بثلاثة منها هي الطب ، والكيمياء ، والفلك ، أو علم الهيئة كما كانوا يسمونه . وأدع جانباً الطب والكيمياء ، وأقف قليلاً عند علم الفلك . وفي وسعنا أن نقرر أنه لا تكاد توجد دراسة تجريبية أولع بها علماء الإسلام ولوعهم بالظواهر الفلكية ، فأسسوا المراصد ، واستخدموا آلات الرصد الدقيقة ، وقاموا بعدة أرصاد كشفت عن حقائق علمية هامة . وتنافس في ذلك الخلفاء والولاة ، فكان لكل خليفة أو وال مرصده الخاص الذي يشرف عليه فلكى كبير ، ومن بين هذه المراصد مرصد المأمون في جبل قيسون بدمشق ، ومرصد بنى شاكر ببغداد ، والمرصد الحاكمي في جبل المقطم بآماهرة ، ومرصد المراغة لتصير الدين الطوسي .

ولا غرابة فقد اختلط الفلك بالتنجيم منذ نشأته ، وكم من علوم حقة نبئت في جو الخرافات والأساطير . وكان الإنسان ولا يزال مولعاً بتعرف

غده والكشف عن حظه ومستقبله ، فربط سعادته وشقاءه ، وصحته ومرضه ، بحركات الأجرام السماوية ورغب في أن يتقي الحروب والآفات بواسطة التنجيم . يتفاعل لمطلع نجم ، ويتشاءم لاختفائه ، فأفسح المجال للعرافين والمنجمين . ويقال إن المنصور الخليفة العباسي الثاني كان شغوفا بالمنجمين يصطفهم ويصحبهم في أسفاره ورحلاته ، وفي ضوء تنبؤاتهم وضع الحجر الأساسى لمدينة بغداد . وكثيرا ما كان يلجأ الحاكم بأمر الله إلى مرصده لكي يقرأ الطالع ويكشف عن الغيب . وقد سمي التنجيم في الثقافة العربية باسم « علم أحكام النجوم » ، وسلم به قوم ، وأنكره آخرون ، وفي مقدمة من أنكروه الكندى ، والفارابى ، وابن سينا ، وابن حزم ، وابن طفيل . ونحطى^١ إن زعمنا أن أرسطو وبطليموس ، بين الفلكيين القدامى لم يفسحوا له المجال .

وللشرق بحوثه الفلكية التي عرفت لدى قدماء المصريين والبابليين ، ولدى الهنود والفرس ، ومنها ما سبق البحوث اليونانية وأثر فيها . وقد دفع الإسلام هذه البحوث دفعة قوية بما فرض من فروض ، وحدد من مواقيت إلى جانب ما للتنبؤ والتنجيم من جذب وإغراء . ويظهر أن الفلك الهندي كان أسبق إلى العالم الإسلامى من الفلك اليونانى ، فقد دعا المنصور محمد بن إبراهيم الفزارى إلى ترجمة « كتاب السند هند » ، فنقله من السنسكريتية إلى العربية . وقدر لهذا الكتاب الذى لم يصلنا شيء منه أن يحيا وأن يتدارس حتى عهد المأمون . ثم اتجهت الأنظار إلى بطليموس الذى عده علماء الإسلام بحق الفلكى اليونانى الأول ، وأشادوا كثيرا بكتابه « المجسطى » الذى كان عماد دراستهم الفلكية . واعتبروه ثالث ثلاثة من الكتب التى لا نظير لها في ميدانها وهى « الأراجانون » لأرسطو فى المنطق و « المجسطى » لبطليموس فى الفلك ، و « الكتاب » لسيبويه فى النحو . وقد ترجم « المجسطى » غير مرة ، ترجمه على عجل سلم صاحب بيت الحكمة بأمر من يحيى البرمكى ، ثم أعاد ترجمته فى دقة إسحق بن حنين وراجعه ثابت بن قرة . وما أن ترجم حتى تولاه الباحثون بالشرح والتلخيص ، أمثال ثابت بن قرة ، وحنين بن إسحق ، والكندى ، والخوارزمى فى القرن الثالث الهجرى ، والبتانى ، والبوزجاني ، وابن يونس المصرى فى القرن الرابع ، وابن سينا والبيرونى فى

القرن الخامس . وقد أخذوا جميعا بكثير من آراء بطليموس فقالوا :
« إن الأرض مركز الكون ، وإن الشمس والقمر يدوران حولها ، وإن القمر
أقرب الأجرام السماوية إلى الأرض . » وطفى عندهم باختصار الفلك
البطليموسى على الفلك الأرسطى .

وقد سبق لنا ، فيما نشر من أجزاء « الشفاء » العلمية ، أن نوهنا بآبن
سينا عالم الطبيعة والرياضى . وأخرجنا من قبل ثلاثة أقسام من رياضيات
« الشفاء » ، وهى الموسيقى ، والحساب ، والهندسة ، متوالية زمنا ، ويسعدنا
أن نضم إليها اليوم « علم الهيئة » رابعها وآخرها ، وهو دون نزاع أغزرها
مادة وأكثرها تفصيلا ، برغم أن ابن سينا يعده مجرد تلخيص « للمجسطى »
لا شرحا له . وتلك فى الواقع هى طريقة ابن سينا فى التأليف ، ويعنيه أن
يعرض الآراء والأفكار بلغته وأساوبه ، دون أن يشير إلى نص سابق يشرحه
ويعلق عليه ، وتختلف بذلك عن منهج التفسير الذى أخذ به ابن رشد وقد
سبقه فى الإسلام درس فلكى متواصل طوال ثلاثة قرون ، وكان لابد له
أن يقف عليه ويفيد منه . ويصرح بأنه لم يحد حذو المحدثين إلا فى أشياء
يسيرة معولا أساسا على « المجسطى » نفسه ، ومعلنا أنه تحاشى الاستقصاء
والتفصيل ، مؤجلا ذلك لكتاب آخر لم ير النور ، وهو « كتاب اللواحق »
الذى وعد به فى مناسبات أخرى ، وحال القدر دونه والوفاء بوعدده ..

ويلفت النظر فى كتاب « علم الهيئة » أمور :

١ - أخصها أنه التزم بتقسيم المجسطى ، فاشتمل على مقالاته الثلاث
عشرة ، وتابع فيها ترتيب « المجسطى » نفسه ، وإن ضم إليها فى النهاية مقالة
مضافة ، مشيرأ إلى أنها تقدم جديدا لم يرد فى كتاب بطليموس ، وهى أشبه
ما يكون بالتعليق على الفلكى اليونانى ، فى ضوء ما انتهى إليه فلكيو العرب
من السلف والمعاصرين . ولا يزعم ابن سينا مطلقا أنه فلكى متخصص ،
أو أنه قام بأرصاد لم يسبق إليها ، و « يسأل الأصدقاء » ، فى تواضع ملحوظ ،
أن يعفوا عن الزلة . وهو فى اختصار باحث نظرى استوعب القضايا
الفلكية وعرضها عرضا نزيها واضحا .

٢ - ويبدو عليه أيضا أنه يربط الفلك بالرياضة ربطا وثيقا ، ويباعد
بينه وبين التنجيم ، أو علم أحكام النجوم الذى يعتبره من الدراسات الفرعية

فى الطبعيات كالفراصة وتعبير الرؤيا . وابن سينا رياضى دقيق : رياضى فى مصطلحاته كالزاوية ، والجيب ، والوتر ، التى يبدو عليها أنها استقرت واشتهرت بين الدارسين والباحثين ، وما أجدنا أن نرجع إلى هذه المصطلحات ونسجلها ، لكى نربط الحاضر بالماضى . وهو رياضى كذلك فى أشكاله الهندسية الدقيقة التى يحملها ويتعمق فيها ، وما أشبه علم الهيئة عنده بدرس هندسى ، له مصطلحاته الخاصة كالأوج والحضيض .

و كتاب علم الهيئة يسد فراغا فى تاريخ علم الفلك العربى الذى لم نكشف عن كثير من مراجعه الأصلية بعد ، وربما كان حظ اللاتينية منها أكثر من حظ اللغة العربية ، ونأمل أن يكون فى نشر هذا الكتاب ما يوجه إلى الكشف عن تلك الكنوز الدفينة . ولم تسلم محاولة نشره من مواجهة بعض الصعاب ، فقد وكل أمر تحقيقه أولا إلى شيخ الفلكيين المصريين المعاصرين ، المرحوم محمد رضا مدور ، ولكن الشيخوخة ودنو الأجل حالا دونه وأداء الرسالة . ووكل التحقيق من بعده إلى الدكتور إمام إبراهيم أحمد الذى قضى واجب التدريس فى بعض الأقطار الشقيقة أن يبعد به عنا ، وأن يعز عليه متابعة التجارب وتصحيحها . وقبل الأستاذ سعيد زايد مشكورا أن يضطلع بهذا العبء ، وإنه لثقل برغم صلته بابن سينا وتمرسه فى أسلوبه . وأحرص فى خاتمة هذا المطاف أن أترحم على رضا مدور الفقيد الكبير ، وأن أشكر من خلفوه شكرا جزيلا على ماتحملوا من عبء ، وما أدوا من رسالة .

إبراهيم مدكور

المقالة الأولى

من تلخيص كتاب بطلميوس
في التعليم
وهو كتاب المجسطى

مما حرره الشيخ الرئيس أبو علي الحسين بن عبد الله بن سينا

بسم الله الرحمن الرحيم وبه أعوذ وأستعين

المقالة الأولى

من تلخيص كتاب (١) بطلميوس (٢)

في التعليم

وهو كتاب المجسطى

مما حرره الشيخ الرئيس أبو علي الحسين بن عبد الله بن سينا (٣)

قال (٤) ، وقد حان أن نورد جوامع كتاب بطلميوس الكبير المعمول في المجسطى وعلم الهيئة ، وأن نتحدث في ذلك حلو كلامه من غير أن نسلط في ذلك (٥) طريقة غير طريقته من الطارق التي ظهرت للمحدثين إلا في أشياء يسيرة ، فإن الاستقصاء في ذلك مما يورد (٦) في كتاب (٧) اللواحق ، وأن نقرب المعاني إلى (٨) الأفهام

(١) [تلخيص كتاب] : غير موجود في سا .

(٢) يل ذلك في سا : [الحمد لله رب العالمين وصلواته على النبي محمد وآله الطيبين]

(٣) [في التعليم وهو كتاب المجسطى مما حرره الشيخ الرئيس أبو علي الحسين بن عبد الله بن سينا] :

غير موجود في سا - وفي د : [الفن العاشر من كتاب الشفاء من جملة الرياضيات في أشكال المجسطى .

الحمد لله رب العالمين وصلواته على النبي محمد وآله الطيبين] بدلا من [المقالة الأولى من تلخيص كتاب بطلميوس في التعليم وهو كتاب المجسطى مما حرره الشيخ الرئيس أبو علي الحسين بن عبد الله بن سينا] - وفي هامش ب : [اعلم أن الشيخ قدم المجسطى على علمي الأرثماتيقي والموسيقى في هذا الكتاب إلا أن النسخة المنقولة منها هذا القسم وقعت بهذا الترتيب فكتبت بترتيبها]

(٤) سا ، د : غير موجود

(٥) [في ذلك] : غير موجود في سا ، د

(٦) ب : نورد

(٧) سا : غير موجود

(٨) سا : غير موجود

غاية (١) ما نقدر عليه ، وأن نترك الحسابات التي في الأشكال بأن يعرف وجه
البيان في الشكل ، فمن شاء حسب (٢) وأن لا نستقصى في ذكر تاريخ الأرصاد،
بل نسلم أن بين (٣) كل رصد ورصد كذا (٤) مدة . وأما الجداول ، فإن أحب
أحد أن (٥) يثبتها (٦) في كتابنا هذا ، وإن أحب أن يخلصها (٧) فعل .
ورأينا أن لا نكرر (٨) كثيرا من الأشكال التي يشترك (٩) فيها كواكب عدة
وهي (١٠) متشابهة في التعليم والهيئة ، وإنما تكرر لاختلافها (١١) في الحساب .

ونسأل الله تعالى (١٢) التوفيق (١٣) والعصمة ، ونسأل الأصدقاء من أهل المعرفة
أن يعذروا في الزلة (١٤) ، ويسدوا الخلة . والله المسدد ، وله الحمد على كل حال ،
وصلواته على رسوله الأخيار خاصة سيدنا محمد النبي وآله الطاهرين (١٥) .

فصل

في أن السماء كرية الحركة والشكل (١٦)

قد يقع التصديق بكربة هذه الحركة من جهة هيئة طلوع الكواكب الثابتة
وغروبها ، فإنها تطلع من المشرق ، ثم لا تزال (١٧) تأخذ إلى (١٨) العلو بالقياس

(٢) ف : فحسب

(٤) سا ، د : كنى

(٦) سا ، د : أثبتا

(٨) د : لا يكرر

(١) سا : فإيتنا جهد

(٣) د : بين

(٥) سا ، د : غير موجود

(٧) سا ، د : يختصر

(٩) سا : يشترك

(١٠) سا ، د : هي

(١١) د : ولا اختلافها

(١٢) سا ، د : غير موجود

(١٣) د : التوفيق

(١٤) د : الذلة

(١٥) [خاصة سيدنا محمد النبي وآله الطاهرين] : غير موجود في ب ، سا ، د - لكن في سا

د : [وخصوصا على محمد وعلى آله] - وفي هامش ب : [وأنبيائه الأبرار . الفصل الثاني من

الرياضيات في المحسوطي ومقالاته متداخلة بعضها في بعض المقالة الأولى]

(١٦) [فصل في أن السماء كرية الحركة والشكل] : غير موجود في سا ، د

(١٧) د : لا يزال

(١٨) ف : في

إلينا حتى توازي سمت الرؤوس ، ثم تأخذ إلى السفلى نحو (١) المغرب حتى تبغ الأفق ، ثم تغيب ، ثم تعود مرة أخرى من حيث كانت طلعت (٢) هي بأعينها ، وتكون أزمة التلوع وأزمة الغروب متكافئة (٣) في جل الأمر .

ثم إذا أخذنا نحو جهة الشمال أو الجنوب (٤) ، حصل بعض ما كان يغيب عنا لا يغيب البتة ، وبعض ما كان لا يغيب عنا يغيب دائما أو وقتا ، وكلما أمعنا يظهر (٥) مما لا يغيب منها (٦) شيء أكثر ، ويكون في الناحية الأخرى الأمر (٧) بالضد . وكلما (٨) أبطأ غروب كوكب (٩) من هذه الجهة (١٠) وصار قوس نهاره أكبر ، أسرع غروب نظيره من تلك الجهة (١١) ، وصار قوس نهاره أصغر . وكل ما ظهر هاهنا مما (١٢) لا يغرب ، يخفى (١٣) هناك نظيره (١٤) مما كان يطلع فلا يطلع . ولو أنا تمادينا في المصير إلى القطب الذي إليه يصير ، ولم يكن عن ذلك مانع ، المغمنا موضعا يكون هناك إما طالع دائما وإما غارب دائما . ونحن نشاهد ما لا يغرب يدور على القطب ، وكل ما كان إليه أقرب ، كان مداره أضيق (١٥) ودوره أبطأ (١٦) بمقدار ضيق مداره ، ولكنها جميعا تقطع دوائرها معا . وهي — أعني دوائرها — متوازية . وهذا لا يمكن إلا أن يكون حركة مستديرة (١٧) ، ويكون قطباها ناحيتي

(١) ف : حق

(٢) سا : طالعة

(٣) ف : غير واضح

(٤) سا ، د : والجنوب

(٥) سا ، د : جعل يظهر

(٦) سا ، د : غير موجود

(٧) سا : غير موجود

(٨) ب : فكلما

(٩) سا ، د : كواكب

(١٠) سا ، د : غير موجود

(١١) [من تلك الجهة] : غير موجود في د

(١٢) في هامش ب بعد ما : كان لا يغرب فلا

(١٣) د : خفى

(١٤) [من تلك الجهة وصار قوس نهاره أصغر وكل ما ظهر هاهنا مما لا يغرب يخفى هناك نظيره] :

غير موجود في سا

(١٥) د : أضيف

(١٦) سا : أيضا

(١٧) [وهذا لا يمكن إلا أن يكون حركة مستديرة] : في هامش ب

ظهورى الكواكب الأبدية الظهور . ولو كانت هذه الحركة لا على هذه الصورة ،
لما كان أبعاد ما بين الكواكب وأعظامها في جميع أقطار الأرض متساوية في المنظر (١)
والذى يرى (٢) من (٣) زيادة مقاديرها عند الطلوع والغروب ، فهو بسبب البخار
الرطب المائى المحيط بالأرض ، ووقوعه بين (٤) الأبصار وبينها . ومن شأن مثله
أن يكون ما وراءه أعظم في المنظر ، ولهذا ما ترى (٥) مقادير الأشياء في المياه
أعظم وأكبر ، وكلما غاصت ازدادت عظما بحسب الرؤية . ومن (٦) الدليل على
صحة هذا الرأى ، بطلان سائر الآراء فيه . مثل رأى من يظن أن النجوم تذهب
على الاستقامة لا إلى نهاية . فليت شعري ، كيف ترجع (٧) بالاستقامة من ناحية
المشرق مرة أخرى ، وإن كانت ترجع من حيث جاءت ، فكيف لا ترى ، ولم لا (٨)
تتناقص أعظامها وأبعاد (٩) ما بينها كلما ازدادت عنا بعدا ، بل تثبت مقادير أعظامها
وربما زادت عند الغروب في الرؤية . ومثل الرأى السخيف ، القائل إنها تشتعل وتطفأ ،
فيكون في بعض الأرضين لها اشتعال وفي بعضها طفؤ . وهذا مع سخافته لما فيه من
نسبة خلقة الأجرام الكريمة إلى العبث والتعطيل ، يوجب أن يكون شيء واحد
تشتعل طافيا (١٠) بحسب القياس إلى موضعين ، لأن الكواكب الطالعة على قوم تكون غاربة
عن (١١) آخرين ، تدل على ذلك أيضا (١٢) أرصاد كسوفات القمر ، فقد رصد
كسوف القمر وكان عند قوم بعد الطلوع ، وعند قوم (١٣) طلع وهو منكسف ،
وعند قوم قبل الطلوع حتى أنهم ظهر لهم منجلبا ، وكذلك (١٤) رصد في جانب

(١) د : المسطر

(٢) سا : نرى

(٣) ف : في

(٤) د : غير موجود

(٥) سا ، د : ما يرى

(٦) د : وبين

(٧) د : ترجع

(٨) د : غير موجود

(٩) ف ، د : وأبعادها

(١٠) ف : طافا

(١١) د : من

(١٢) د ، سا : غير موجود

(١٣) [بعد الطلوع وعند قوم] : في هامش ب

(١٤) سا : وكذلك

الغروب . ثم ما بال بعض البلاد يوجب أن يشتعل فيها ، وبعض البلاد يوجب (١) أن يطفأ . وما بال الكواكب الظاهرة أبدا عند قوم مشتعلة دائما عندهم ، ولكنها عند قوم آخرين تطفأ (٢). ويشهد على صحة رأينا هذا ، مطابقة آلات (٣) الأرصاد المنصوبة على واجب أحكام الكرية ، فإنها تستمر على أحكام (٤) الكرية . قال ، وأما أن الفلك كرى ، فينتفع (٥) فيه أمور منها ، إن هذا الشكل أوفق الأشكال لسرعة الحركة المستديرة ، وأزيدها إحاطة (٦) وأنيقها بالجسم الكريم (٧) الذي هو أكرم ، ولأن الفلك جرم بسيط متشابه الأجزاء ، ولا يجوز (٨) أن تكون طبيعة واحدة تفعل في مادة واحدة زاوية أو هيئة (٩) انحناء في جزؤ ولا يفعل في جزؤ (١٠) بل يجب أن تكون هيئة جميع الأجزاء متشابهة الحلقة ، ولا يمكن أن يكون هذا إلا للكرة ، ولا (١١) يمكن أن يكون بسيط متشابه القطوع إلا الكرة (١٢) ، ولأن الكواكب قد تقنع الناظر في أمرها بأنها (١٣) من جوهر ماهى (١٤) فيه (١٥) ، والكواكب كرية ولو كانت (١٦) مسطحات أو مقصعة (١٧) أو شكلا آخر لاختلف مناظر أشكالها لاختلاف أبعاد الناظرين إليها فالفلك المحيط بها في مثل طبيعتها قال (١٨) والمعول (١٩) عليه من هذه الحجج (٢٠) هو الأوسط (٢١) .

(١) [أن يشتعل فيها وبعض البلاد يوجب] : في هامش ف - وغير موجود في سا

(٢) ف : تطفى (٣) سا : غير موجود

(٤) د ، سا : قياس (٥) سا : فيقع

(٦) د : إحاطته (٧) ب ، د : سا : غير موجود

(٨) د ، سا : فلا

(٩) د ، غير واضح

(١٠) [ولا يفعل في جزؤ] : غير موجود في سا

(١١) د ، سا : فلا

(١٢) د : للكرة

(١٣) ب ، ف : لأنها

(١٤) ب ، ف : ماهية

(١٥) ف ، د : فيها

(١٦) د : كان

(١٧) د : منصفه

(١٨) د ، سا : غير موجود

(١٩) سا : فالمعول

(٢٠) د : الحج

(٢١) سا : هي الأوسط والله أعلم - وفي هامش ف : هي الوسطى

فصل

في أن الأرض كرية عند الحس (١)

وقد (٢) يدلنا على كون (٣) الأرض كرية في الحس تقدم (٤) طلوع ما يطلع وغروب ما يغرب وتأخرهما عن (٥) أهل البلدان الطواية (٦) وظهور ما يظهر (٧) أبدا وغيبة ما يغيب أبدا على البلدان العرضية تقدما وتأخرا وظهورا وغيبة توجه الكرية ويظهر حال الطول بالكسوفات القمرية وحال العرض بكواكب القطبين ولو كانت الأرض مقعرة لطلعت الكواكب على الغربيين أولا وتأخرت عن الشرقيين وليس كذلك فقد رصدت كسوفات القمر الواحد (٨) بأعيانها فوجدت تكون (٩) عند الشرقيين في ساعات من ليلهم أكثر وعند الغربيين في ساعات من ليلهم أقل ووجد (١٠) التفاوت في ذلك على ما توجه (١١) كرية الأرض ولو كانت مسطحة لكان الطلوع والغروب في الآفاق في وقت واحد وما يتضرر بسبب الجبال والأراضي المرتفعة فيجب أن لا يكون له قدر محسوس ولو كانت مضلعة بأضلاع مسطحة تخرجها عن أن تكون بالجملة كرية عند الحس لكان طلوع الكواكب وغروبها إنما يكون على سكان سطح واحد في ساعة واحدة (١٢) ويخالف في ذلك سائر السطوح بما له قدر إلا أن تكون السطوح بحيث لا تؤثر (١٣) في كرية (١٤) الجملة أثرا محسوسا على ما عليه الوجود ولكننا نجد تأخر ساعات الكسوفات (١٥)

(١) [فصل في أن الأرض كرية عند الحس] : غير موجود في سا

(٢) د ، سا : قد (٣) سا : كرية

(٤) سا : بعدم

(٥) د : على

(٦) د : الطواية

(٧) سا : يظهر

(٨) سا ، د : الواحدة

(٩) د : غير موجود

(١٠) سا ، د : وجدت

(١١) سا : توجهه - وفي ب : [في ذلك إما توجهه]

(١٢) [في ساعة واحدة] : في هامش ف

(١٣) في هامش ب : لا تميد - وفي د : لا يؤثر - وفي ف : غير موجود

(١٤) سا : كونه

(١٥) سا ، د : الكسوف

وتقدمها في المساكن على الطول من المشرق إلى المغرب على ما توجه كرية الأرض وكذلك حال طلوع الكواكب وغروبها دون ما يوجه تسطيح واحد أو تسطيح كثير ولا يجوز أن يكون شكلها اسطوانيا يحدث (١) سطحه (٢) في الطول من المشرق إلى المغرب وله سطحان مسطحان إلى القطبين وإلا لكان طلوع الثوابت وغروبها على سكان سطح (٣) واحد بين القطبين واحدا ولكان ما ينحني ويظهر واحدا عند الجميع بل لم يكن سكان الاستدارة يرون شيئا من الكواكب دائم الظهور فلما كان حال ما من المشرق إلى المغرب (٤) في هذه المعاني كحال ما من (٥) الشمال (٦) إلى الجنوب فالتحديق في الجهات على السواء وسطح الماء في البحر كرى أيضا ولذلك (٧) إذا كنا في البحر وكان بالبعد منا جبل فأول ما يظهر منه رأسه ثم يجعل يظهر ما تحته قليلا قليلا (٨) كان مستورا لا محالة دون رأسه فلا سائر دونه غير حدة (٩) الماء (١٠) .

فصل (١١)

في أن الأرض مستقرة في الوسط (١٢)

قال إن لم تكن الأرض مستقرة في سواء الوسط فلا نخلو ما أن تكون في بعد سواء عن القطبين ولكن خارجة (١٣) عن المحور (١٤) أو على المحور (١٥) ولكن

(١) سا ، د : بحديث

(٢) سا : تسطحه

(٣) ف : خط - وفي ب بين المطارين : خط

(٤) سا ، د : المغرب إلى المشرق

(٥) ف : ما بين

(٦) ب : الشما

(٧) د : وكذلك

(٨) د : قليل قليل

(٩) سا : حدة

(١٠) سا : واقه أعلم

(١١) سا : الفصل الثالث

(١٢) (فصل في أن الأرض مستقرة في الوسط) : غير موجود في د

(١٣) سا ، د : خارجا

(١٤) سا : المحور

(١٥) سا : المحور

مائلة (١) إلى أحد القطبين أو خارجة (٢) عن المحور (٣) ومائلة إلى قطب ولو صح القسم الأول نوجب أن لا يستوى الليل والنهار أبدا عند ساكني (٤) خط الاستواء لأن (٥) سطح (٦) الأفق (٧) حينئذ لا يفصل الفلك دائما بنصفين وأما في سائر الأقاليم فكان إما أن لا يكون ذلك الاستواء أولا يكون إذا كانت (٨) الشمس على منطقة الحركة الأولى (٩) أعنى معدل النهار لأن الدوائر الكبار الأفقية والمنطقية كانت لا تتفاضل بنصفين (١٠) فلا يكون الاستواء على نقطتي تقاطع المائل ومعدل النهار اللذين نذكرهما بعد (١١) بل على دائرة أخرى موازية لها شمالية أو جنوبية ولكانت القطعة العليا من كل دائرة من المتوازنة (١٢) لا تساوى السفلى من نظيرتها المساوية لياها (١٣) في البعد عن منطقة معدل النهار فلم يكن نهار أحدهما (١٤) كليل الأخرى والوجود على خلاف ذلك كله ولكانت (١٥) البلاد التي تميل (١٦) إلى مشرقها أو مغربها لا يتساوى فيها (١٧) زمان ما بين الطلوع ومسامة الرأس وزمان ما بين مسامة الرأس والغروب ولم تكن الأعظام والأبعاد ترى في كل موضع متساوية . وأما القسم الثاني فلو صح لوجب أن يكون الأفق إنما يفصل الفلك بنصفين حيث الكرة منتصبة وذلك إذا قام عمود على منطقة الكل (١٨) وأما في المساكن

-
- (١) سا ، د : ما ؛
(٢) سا ، د : نا جا
(٣) سا : المحور
(٤) سا : سالي
(٥) سا : لا
(٦) سا : سطح الإستواء
(٧) سا : الأثر
(٨) د : إذا كانت إذا كانت
(٩) سا : الأول - وفي د : الأعلى
(١٠) ب : غير واضح
(١١) د : بقدر
(١٢) سا ، د : الموازية
(١٣) ف : لها
(١٤) ف - أحدهما - وفي سا ، د : أحدهما
(١٥) د : ولو كانت
(١٦) ف ، سا ، د : الميل
(١٧) سا : فها
(١٨) [وذلك إذا قام عمود على منطقة الكل] غير موجود في سا ، د

المائلة إلى أحد القطبين فإن القطع كانت (١) تكون مختلفة (٢) وكلما (٣) يلي ذلك القطب أصغر وما يلي مقابله أكبر وكلما أمعنا إلى (٤) القطب ازداد (٥) صغر الصغير وكبر الكبير فإذا صرنا عند (٦) القطب كان ما يفصله (٧) الأفق فوقه (٨) أصغر من جميع القطوع وما تحته أكبر (٩) وليس الأمر كذلك بل في جميع البلاد وجميع المساكن ينقسم الفلك بنصفين فترى (١٠) ستة بروج دائما أو يكون (١١) الأفق على منطقة البروج وذلك تنصيف (١٢) على وجه آخر للبروج ولو اجتمع القسمان لاجتمعت المحالات التي في القسمين على أنه لو لم تكن الأرض تحت دائرة معدل النهار (١٣) وهي منطقة الكل بحيث ينتصف على موازاتها لما كانت الأظلال من المقاييس المشرقية والمغربية عند استواء النهار على خط واحد مستقيم بعينه (١٤) في السطوح الموازية للأفق في كل موضع ولو كانت الأرض بالحملة مائلة عن الوسط لما كان نظام تزايد (١٥) النهار وتناقصه (١٦) هذا النظام الموجود ولكان القمر لا ينكسف أبدا عن مقابلة (١٧) الشمس وفي كل وقت .

-
- (١) سا ، د : كان
(٢) سا : د : مختلفا
(٣) سا ، د : وكان ما
(٤) سا : إل إلى
(٥) سا ، د : ازداد به
(٦) د : إلى
(٧) د : كانا يفصله
(٨) سا ، د : فوقنا
(٩) سا ، د : أكبرها
(١٠) ف : وترى
(١١) سا : ويكون - وفي د : ولا يكون
(١٢) سا : ينصف - وفي ف : بنصفين وفي المامش (تنصيف)
(١٣) سا : غير موجود
(١٤) د : لعينه
(١٥) سا : توليد
(١٦) سا : و تناقصه
(١٧) سا ، د : بمقابلة

فصل (١)

في أن لا مقدار للأرض عند الفلك (٢)

لو لم يكن مقدار الأرض بحيث لا يؤثر في الحس أثرا عند السماء فوق ما للمركز إلى المحيط بل كان لها تأثير محسوس لما كانت (٣) أبعاد ما بين الكواكب وأعضائها متفقة في الحس عند كونها في وسط السماء وعذا كونها في الأفق ولكان القرب وهو عند توسط السماء يوجب زيادة في ذلك والبعد نقصانا والأمر بالخلاف ولكان استعمال آلات الرصد على بسيط الأرض لا على المركز نفسه يوجب تفاوتاً محسوساً وكانت الأصول المبنية على تلك الأرصاد لا تستدر ولكان الغارب من الفلك أعظم (٤) من الطالع بمقدار محسوس على مقتضى ستر (٥) نصف الأرض لأن المنصف في الحقيقة هو السطح (٦) الفاصل للأرض بنصفين لا السطح الخارج عن الأبصار فلصغر قدر الأرض عند الفلك صار كالمطبق أحدهما على (٧) الآخر وكان الظالع ستة بروج تقريبا .

فصل

في أن ليس للأرض حركة انتقال (٨)

وأما (٩) حركة الانتقال فتبطل بما أبطلنا به الميل عن الوسط ولو كان (١٠) لها حركة مستقيمة (١١) صاعدة أو نازلة أو إلى جهة فكانت أجزاؤها لا تلحقها

(١) سا : الفصل الرابع

(٢) في هامش ب : [في أن الأرض عند السماء غير محسوس صغرا] - وفي د : [فصل في أن

لا مقدار للأرض عند الفلك] غير موجود

(٤) سا : الأهم

(٣) سا : كان

(٥) ف : غير واضح

(٦) سا : السطح

(٧) سا ، د : في

(٨) في هامش ب : [في أن الأرض غير متحركة] - وفي سا ، د : [فصل في أن ليس

الأرض حركة انتقال] غير موجود

(٩) ف ، سا ، د : أما

(١٠) د : كانت

(١١) سا : غير موجود

البنة من تلك الجهة وأما التعجب الواقع في أن الثقل كيف يثبت في موضع ولا يهوى فهو زائل بمعرفتنا أن الفوق (١) دائماً جهة الفلك والسفل جهة الوسط وأما الكل فلا فوق له ولا سفل لأن الكرة لا اختلاف (٢) فيها (٣) وأن نهاية الحركة الثقيمة مركز الكل ونهاية الحركة الخفيفة ضدها (٤) هو (٥) أفق (٦) الكل وجهة الفلك وجميع أجزاء الأرض متدافعة إلى الوسط وقائمة على زوايا قائمة على بسيط الأرض إذا ورد بها (٧) بانطبع وأما الحركة المستديرة للأرض على نفسها فقد ادعاها (٨) قوم فبعضهم زعم أن الفلك ساكن وأن الأرض تتحرك إلى المشرق فيظن أن الفلك يتحرك والكواكب تطلع وبعضهم زعم (٩) أن الحرمين كلاهما (١٠) يتحركان لكن على التخالف وبطلنميوس بعد الفراغ من التعجب من وصفهم شيئاً في غاية الثقل بمثل (١١) هذه الحركة السريعة وإن كان ليس يعجب (١٢) تعجبا يعتد به فإن التعجب يكون لو جعلوها (١٣) قسراً (١٤) وهي (١٥) في غير موضعها (١٦) الطبيعي بحيث يكون لها (١٧) ميل فيه بالطبع إلى حركة أخرى يقول (١٨) لو كانت الأرض لها مثل هذه الحركة إلى المشرق دون سائر (١٩) الأجرام الطبيعية لكان يجب

(١) سا : التوق

(٢) د : لاختلاف

(٣) سا : فيها

(٤) في هامش ب ، ف

(٥) سا ، د : وهو

(٦) سا : ا في

(٧) ف : إذا وردتها فيه - وفي سا : إذا ورد فيه - وفي د : إذا وزن فيه

(٨) سا ، د : ادعاء

(٩) ب ، سا ، د : يزعم

(١٠) د : كليهما

(١١) سا : يميل

(١٢) سا ، د : غير موجود

(١٣) ب ، سا ، د : جعلوه

(١٤) د : قسماً

(١٥) سا ، د : وهو

(١٦) سا ، د : موضعه

(١٧) سا ، د : له

(١٨) سا : يقول

(١٩) د : سير

أن لا يسبقها طائر أو مزجوم (١) أو مرمى (٢) بل كان كله (٣) يتأخر فلا ترى (٤) حركة مشرقية لشيء (٥) منها فإن قيل إن الهواء يتحرك أيضا مع الأرض مثل حركتها (٦) فذلك محال ولو صح لوجب أن تكون حركة ما في الهواء من الأجرام المائلة إلى السفلى أنقص من حركتها (٧) أعنى حركة الأرض والهواء فكان (٨) لا يرى شيء يتحرك في الهواء إلى المشرق بل يتأخر دائما إلى المغرب وليس شيء مما (٩) في الهواء ملتصقا ملتصحا يتحرك معه وإلا لما تقدمت الأشياء فيه ولا (١٠) تأخرت وترددت ولو (١١) كان للأرض مثل هذه الحركة لكانت (١٢) الأثقال (١٣) لا تقع على سميتها (١٤) بل تتأخر فهذه جوامع ما قال (١٥) ونحن قد بينا استحالة هذه الحركة للأرض في الطبيعيات .

فصل (١٦)

في القول على أن لكل حركة واحدة تعمها وتفسرها من المشرق إلى المغرب (١٧)

قال إنما لما رأينا الكواكب خصوصا الثابتة تطلع من المشرق وتغرب في المغرب ثم تعود كل يوم وليلة وأبعادها محفوظة ودوائرها المرسومة بحركاتها متوازية، صح أن لها حركة واحدة تعمها وهي حركة الكل ووجدت منطقة دائرة معدل النهار وسائر

(١) ف ، د : مزجوح - وفي سا : مزجوح

(٢) ف : مرمى

(٣) ف ، سا ، د : كل

(٤) ف ، سا ، د : ولا ترى

(٥) سا : الشيء

(٦) سا : حركتها

(٧) سا : حركتها - وفي د : حركتها

(٨) د : وكان (٩) ف : بما

(١٠) سا ، د : غير موجود (١١) ب : لو

(١٢) سا ، د : لكان

(١٣) سا ، د : الثقال

(١٤) ف : سميتها

(١٥) ف ، سا ، د : ما قاله

(١٦) د : غير موجود - وفي سا : الفصل السادس

(١٧) في هامش ب : [في الحركتين الأوتيتين] - وفي سا ، د : [في القول على أن لكل

حركة واحدة تعمها وتفسرها من المشرق إلى المغرب] غير موجود

الدوائر موازية لها ، وإنما تسمى (١) معدل النهار لأن الشمس إذا حصلت على نقطة من تلك الدائرة استوى الليل والنهار في جميع المساكن . أو أما الكواكب الأخرى كالشمس والقمر والمتحيرة فلا تحفظ نسبتها (٢) إلى الكواكب الثابتة وتتأخر (٣) دائماً إلى المشرق ، لا على (٤) دوائر (٥) متوازية ، بل مختلفة قاطعة للمتوازية (٦) إلى جهتي الشمال والجنوب ، وكذلك هي بالحقيقة لا بالنسبة إلينا وميلها إلى الشمال والجنوب (٧) على نسبة وترتيب منتظمين وإن كان الاستقصاء أيضاً في أمر الثوابت على (٨) ما سيتضح بعد قد يظهر من أمرها أنها أيضاً تتخلف إلى المشرق على دوائر متوازية وموازية للمنطقة (٩) المائلة (١٠) للشمس . فذلك أمر بعيد الزمان خفي في ظاهر الأحوال فيجب لا محالة (١١) أن تفرز (١٢) هذه الحركة التي من (١٣) المغرب عن الأولى التي (١٤) من (١٥) المشرق ويجعل غيرها وكالمضادة (١٦) لها ويجب لا محالة لما قلنا أن تكون على دوائر مائلة مقاطعة لمنطقة الحركة الأولى . فإذاً المناطق (١٧) اثنتان : منطقة للمائلة (١٨) ومنطقة معدل النهار . والمنطقة المائلة التي للشمس هي دائرة البروج ومنطقة فلك (١٩) الثوابت على ما نوضحه بعد والتقاطعان اللذان بين الدائرة (٢٠)

(١) ف ، سا : سميت - وفي د : سمي

(٢) د : يسبها

(٣) د : ويتأخر

(٤) د : ولا هل

(٥) د : دوام

(٦) ف : غير واضح

(٧) [وكذلك هي بالحقيقة لا بالنسبة إلينا وميلها إلى الشمال والجنوب] : غير موجود في سا ، د

(٨) ب : غير موجود (٩) سا ، د : لمنطقة

(١٠) د : المائل

(١١) سا : غير موجود

(١٢) ف ، د : يفرز

(١٣) سا : هن

(١٤) سا : غير موجود

(١٥) سا : من إلى

(١٦) سا ، د : وكالمضاد

(١٧) ف ، سا ، د : المنطقتان

(١٨) ف ، سا ، د : مائلة

(١٩) سا ، د وفي هامش ف : لفلك

(٢٠) د : المائلة

الشمسية ومعدل (١) النهار أحديهما (٢) تسمى نقطة ربيعية وهى التى إذا وافتها (٣) الشمس انقلب الزمان (٤) إلى الربيع فكان الاستواء الربيعي ، والثانية تسمى نقطة خريفية لما عندها من الاستواء الخريفي وإذا قام على قطبي منطقة البروج ومنطقة الحركة الأولى دائرة قاطعة لهما انفصل منها (٥) بينها (٦) قوسان قوس شمالية وقوس جنوبية يحددان أبعاد (٧) الميل وارتسمت (٨) على دائرة (٩) البروج نقطة شمالية ونقطة جنوبية ، فأما الشمالية فهى نقطة المنقلب الصيفي لأن الشمس إذا حصلت (١٠) عندها انقلب الزمان إلى الصيف فى المعصورة التى نعرفها والأخرى المنقلب الشتوي (١١) لنظير ذلك . ولما كانت (١٢) الكواكب المتحيرة والشمس (١٣) والقمر ترى طالعة وغاربة (١٤) مع الثوابت فمن البين أن الحركة الأولى مستولية على الحركة الثانية ويلزمها ما يتحرك بالحركة الثانية مع حركاتها الخاصة ثم فى النظر الدقيق تظهر أن الكواكب الثابتة ليست تتحرك إلى المغرب بلداتها (١٥) بل يلزم فيما (١٦) يرى (١٧) من حركاتها إلى المغرب أن تكون هناك حركة أخرى محيطية بالكل ومستولية (١٨) عليه تستتبع سائر الأجرام معها (١٩) وهى لجرم غير مكوكب . وأما أن هذه الحركة

-
- (١) سا : وبين معدل
(٢) سا : أحداها - وفى د : واحداها
(٣) ف ، سا : وافاها - وفى د : وافا
(٤) د : غير واضح
(٥) سا : منها
(٦) سا ، د : غير موجود
(٧) سا ، د : أبعد
(٨) سا : اتسمت
(٩) د : دائر
(١٠) د : حصل
(١١) سا ، د : منقلب شتوي
(١٢) د : كان
(١٣) سا : فالشمس
(١٤) سا : وغالبة
(١٥) ب : بلداتها
(١٦) ب : مع ما
(١٧) سا : فرى
(١٨) سا : مستولية
(١٩) ف ، سا : معه

ليست للنوابت بذاتها ، بل هي كما للمتحرية فلأن لها حركة إلى المشرق بطيئة جدا خاصة بها كحركة سائر الكواكب ، إلا أن التي لسائر الكواكب سريعة تظهر (١) بالقياس إلى الثابتة ، وأما التي للثابتة (٢) فتظهر بالقياس إلى النقطة الأربع الموهومة المذكورة على ما ستعلم. فهذه تظهر أقل وبخيلة أدق وأما أن ذلك الفلنت غير مكوكب فلأنه لو كان هناك كوكب لرؤى (٣) لأن الأجسام السماوية كلها مشفة لا تحجب ما فيها من النيرات (٤) عن الأبصار .

فصل

في معرفة أوتار أجزاء الدائرة (٥)

غرضه (٦) العام في هذه الأصول معرفة نسب الأوتار واستخراجها والتقسى والزوايا الواقعة على بسيط الكرة ونبدأ بمعرفة الأوتار فإن غرضه (٧) المقدم في هذه الأصول أن يصير لنا (٨) وتر أى (٩) قوس فرضنا معلوما وقوس أى وتر فرضنا معلومة على أن يكون القوس قطعة معلومة من دائرة مقسومة على ثلثائة وستين جزءا (١٠) والوتر خطا معلوم النسبة إلى القطر المقسوم بمائة (١١) وعشرين قسما ولا يعتبر في هذه المواضع نسبة أجزاء القطر إلى أجزاء المحيط البتة ثم وتر (١٢) السدس وهو مثل نصف القطر معلوم (١٣) ووتر الربع أيضا معلوم من كتاب الأصول (١٤) لأوقليدس (١٥)

(١) ف ، د : فتظهر

(٢) [تظهر بالقياس إلى الثابتة وأما التي للثابتة] : غير موجود في سا

(٣) د : ازوى

(٤) د : النيران ت

(٥) (فصل في معرفة أوتار أجزاء الدائرة) : غير موجود في سا ، د

(٦) د : عرضه (٧) سا ، د : عرضه

(٨) سا : غير موجود

(٩) ف : غير واضح

(١٠) سا ، د : جزء منها

(١١) سا : ثمانية

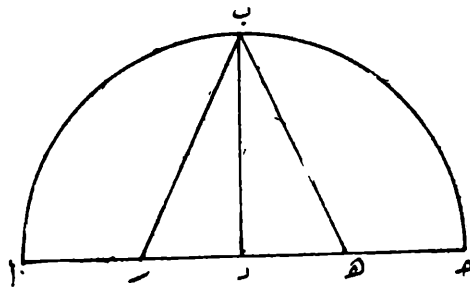
(١٢) د : وترا

(١٣) وتر السدس = وتر $\frac{360}{4}$ أى وتر ٩٠° = نصف القطر (نق)

(١٤) سا ، د : غير موجود

(١٥) ف ، سا ، د : أوقليدس

وهو جذر ضعف مربع وتر السدس (١) ووتر الثلث أيضا معلوم وهو جذر ثلاثة أمثال مربع نصف القطر (٢) أعني وتر السدس (٣) وذلك معلوم وكل وتر علم فبين أن الوتر الباقي لنصف الدائرة معلوم لأنه ضلع مربع ما بقي من مربع القطر بعد مربع الوتر الأول (٤) وضلع (٥) المثلث (٦) من ضلع المربع (٧) معلوم لأنه يقوى على نصف وتر المربع وعلى فضل وتر المسدس على نصف وتر المربع (٨) وكلاهما معلومان (٩) وعلى هذا القياس «أ» فزريد أن نعرف وتر (١٠) المعشر والخميس فنرسم على قطر أ ب نصف دائرة أ ب ح (١١) وعلى مركز د عمود دب وننصف ح د (١٢) على ه ونصل ه ب ونأخذ ه ب مثل ه ب ونصل ر ب فنقول إن د ر ضلع المعشر وإنه معلوم و : ب ر ضلع



شكل (١)

$$(١) \text{ وتر الربع} = \text{وتر} = ٩٠ = \sqrt{٢} \text{ نق} = \sqrt{٢}$$

$$(٢) \text{ وتر الثلث} = \text{وتر} = ١٢٠ = \sqrt{٣} \text{ نق} = \sqrt{٣}$$

$$(٣) \text{ [ووتر الثلث أيضا معلوم وهو جذر ثلاثة أمثال مربع نصف القطر أعني وتر السدس] :}$$

غير موجود في ب

$$(٤) \text{ وتر} = ١٨٠ - س = \sqrt{٢} \text{ نق} - \sqrt{٢} \text{ (وتر س)}$$

$$(٥) \text{ ف ، سا : فضاع}$$

$$(٦) \text{ سا : الثلث}$$

$$(٧) \text{ سا : المسدس}$$

$$(٨) \text{ وتر الثلثين} = \text{وتر} = ٤٥ = \sqrt{٢} \text{ نق} - \sqrt{٢} \text{ (وتر الربع - نق)}$$

$$\text{لكن وتر الربع} = \sqrt{٢} \text{ نق} = \sqrt{٢} \text{ نق} - \sqrt{٢} \text{ نق} = \sqrt{٢} \text{ نق} = \sqrt{٢} \text{ نق}$$

$$(٩) \text{ [لأنه يقوى على نصف وتر المربع وعلى فضل وتر المسدس على نصف وتر المربع وكلاهما}$$

معلومان] : غير موجود في سا ، د

$$(١٠) \text{ د : وترى}$$

$$(١١) \text{ ف ، سا ، د : ح ب}$$

$$(١٢) \text{ سا : ح ب}$$

الخمس وأنه معلوم (١) برهان ذلك أن خط (٢) حد قسم (٣) بنصفين على هـ وزيد عليه در فيكون حر في رد ، هـ د في نفسه مثل هـ ر في نفسه أعني (٤) هـ ب (٥) في نفسه أعني دب ، د هـ (٦) كل في نفسه ونسقط د هـ المشترك يبقى حر في رد مثل دب في نفسه أعني حد في نفسه ف : حر قد انقسم على نسبة ذات وسط وطرفين على د (٧) والأطول ضلع (٨) المسدس فالأقصر (٩) لا محالة وهو در ضلع المعشر كما علمت و : ب ر يقوى عليهما (١٠) ف : ب ر ضلع الخمس ولأن د هـ ، دب (١١) معلوم (١٢) ف : هـ ب (١٣) معلوم أعني هـ ر فجميع ج ر معلوم (١٤) و : حد معلوم ف : در أيضا (١٥) معلوم ف : ب ر أيضا معلوم (١٦)*

(١) [و : ب ر ضلع الخمس وأنه معلوم] : في هامش سا

(٢) ف : بين السطرين - وفي ب : غير موجود

(٣) سا ، د : غير موجود

(٤) سا ، د : أعني مثل

(٥) ب ، ف ، سا ، د : هـ ر

(٦) ب : هـ د ، ر ب - و في د : در ، د هـ

(٧) سا ، د : بدلا من عبارة [ف : ح ر قد انقسم على نسبة ذات وسط وطرفين على د] نجد

عبارة [ف : ح ر على د بنسبة ذات وسط وطرفين]

(٨) سا : فضلع

(٩) د : والأقصر

(١٠) سا : غير موجود

(١١) سا : د هـ ، در

(١٢) سا : غير موجود

(١٣) د : [ف : هـ ر]

(١٤) [أعني هـ ر فجميع ح ر معلوم] : مكرر في سا

(١٥) سا ، د : غير موجود

(١٦) [ف : ب ر أيضا معلوم] : غير موجود في ف ، سا ، د ولكن يوجد بدلا منها في

ف [و : ب هـ معلوم ف : ب د معلوم] بينها يوجد في سا ، د [و : ب د معلوم ف : ب د معلوم]

(*) إيجاد وترى الخمس والعشر

في شكل (١) $\frac{1}{2}$ - نصف دائرة مركزها د ، د ب عمود على القطر ، نقطة هـ منتصف نصف القطر ح د ، ثم نأخذ هـ ر = هـ ب فيكون در وتر العشر ، ب ر وتر الخمس (لم يثبت إين سينا ذلك) والمطلوب إيجاد قيمتي الوترين .

البرهان : ج ر \times ر د + د هـ $\sqrt{2}$ = (ح هـ + هـ ر) ؟ (هـ ر - هـ د) + هـ د $\sqrt{2}$ - (هـ د + هـ ر) (هـ ر - هـ د) + هـ د $\sqrt{2}$ = هـ د \times هـ ر - هـ د $\sqrt{2}$

وخرج (١) ضلع المعشر (لزدنو) (٢) وضلع الخمس (ع لب د) (٣)
 «ب» (٤) ولنقدم شكلا نحتاج إليه فيما نحن بسبيله وهو أن كل ذى أربعة أضلاع
 يقع في الدائرة فإن مسطح (٥) أحد قطريه في الآخر مساو لمجموع مسطحي (٦)
 كل ضلع في مقابله فإن كان متساوي (٧) الأضلاع فالبرهان قريب جدا
 فليكن مختلف الأضلاع مثل أب ح د في دائرة ولنخرج (٨) القطرين
 ولنفرض زاوية (٩) أب د (١٠) أعظم من زاوية دب ح حتى يكون قوسها
 ووترها (١١) أعظم إذا فرضناه مختلف (١٢) الأضلاع ونأخذ زاوية أب هـ
 مساوية لزاوية (١٣) دب ح وزاويتا ب أ هـ ، ب د ح على قطعة واحدة هـ هي

$$+ \overline{هـ ر} - \overline{هـ ر} \times هـ د + \overline{هـ د} = \overline{هـ ر} = \overline{هـ د} = \overline{هـ د} + \overline{د هـ} + \overline{د هـ} + \overline{د هـ} \\
 \therefore \overline{هـ د} = \overline{هـ ر} \times ر د \quad \therefore (نق + ر د) \times ر د = \overline{نق} \\
 \therefore \overline{ر د} + \overline{نق} \times و د - \overline{نق} = \text{صفر}$$

$$\therefore \text{وتر المعشر (ر د)} = \frac{- \overline{نق} \pm \sqrt{\overline{نق}^2 + 4 \overline{نق} \times و د}}{2} = \frac{\overline{نق}}{2} (1 - \sqrt{5})$$

وبالمثل يمكن إيجاد ر وتر الخمس

(١) سا : [و : ح]

(٢) ف ، سا ، د : لرديه والمقدار (ار د نو) أى (٣٧ ٤ ٥٦) معناه

$$٣٧ + \frac{٤}{٦٠} + \frac{٥٦}{٦٠} = ٣٧,٠٨٢٢٢٢٢٢ \text{ وذلك باعتبار } نق = ٦٠$$

أما إذا اعتبرنا نق = ١ للمقارنة بالقيمة الحديثة نجد أن المقدار = ٣٧٠٤ ٠,٦١٨٠
 أما القيمة الحديثة من الجداول فهي ٣٣٩٨ ٠,٦١٨٠

(٣) ف : ع نب لب - وفى سا : ع ل هـ - وفى د : لب ج هذا خلف

والمقدار (ع لب د) = ٤٤٤٤ ٧٠,٥٣٤٤ باعتبار نق = ٦٠

أى = ٧٤٠٧ ١,١٧٥٥ باعتبار نق = ١ والقيمة الحديثة هي ٧٠٥٠ ١,١٧٥٥

(٤) ف : ح - وفى سا : هذا

(٥) ف ، سا ، د : مربع

(٦) ف ، سا : مربعى - وفى د : مربع

(٧) ف : موازى - وفى سا ، د : متوازى

(٨) سا : فلنخرج (٩) سا : غير موجود

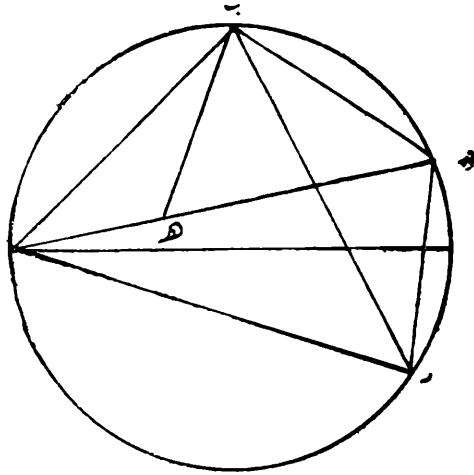
(١٠) د : هـ

(١١) د : وهو وترها

(١٢) سا : غير موجود

(١٣) سا ، د : ل

ح ب متساويتان (١) فالمثلثان متشابهان ف: أ ب في د ح مثل د ب في أ ه وأيضاً
لأن جميع زاوية (٢) أ ب د مثل ه ب ح (٣) وزاويتا ب ح ه ، أ د ب متساويتان (٤)
فالمثلثان متشابهان (٥) ف ضرب ب ح في أ د مثل د ب في ح ه ف جميع ب ح في د أ ،



شكل (٢)

أ ب في د ح مثل جميع د ب في ح ه وفي ه أ أعني في جميع أ ح وذلك ما أر دنا أن (٥)

(١) في هامش ب : [يبق ح د مثل ب أ ، حاشية : نسبة أ ب ، د ب ، أ ه ، د ح]

(٢) ف : في الهامش

(٣) ف : ه ر ح - ر ن د : د ب ح

(٤) في هامش ب : [يبق ب د مثل ب ه د]

(٥) سا ، د : شبيهان - [وأيضاً لأن جميع زاوية ب د مثل ه ب ح وزاويتا ب ح ه ،

ب د ب متساويتان فالمثلثان شبيهان] مكررة في سا

• نظرية (١) : في الشكل الرباعي الدائري حاصل ضرب القطرين = مجموع حاصل ضرب كل ضلعين متقابلين

البرهان: في شكل (٢) ب ح د شكل رباعي دائري مختلف الأضلاع أي أن زاوية ب أ د مثلا

لا تساوي د ب ح ولنفرض أن ب د أكبر من د ب ح ونرسم أ ب ه = د ب ح

∴ ب أ ه ، ب د ح على قوس واحدة ∴ ب أ ه = ب د ح

∴ المثلثان ب أ ه ، ب د ح متشابهان ∴ $\frac{ب أ}{د ب} = \frac{ب ه}{ب د}$

∴ ب أ × د ب = د ب × ب ه

وفي المثلثين ب أ د ، ه ب د : ب أ د = ه ب د (علا) ∴ د ب = د ب

∴ المثلثان متشابهان وينتج أن $\frac{ب ح}{د ب} = \frac{ب د}{ب ه}$

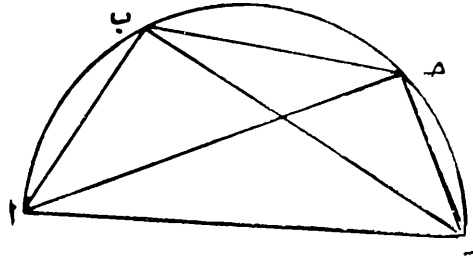
نبيين «ح» ولتبيين أن وتر فضل (١) نصف الدائرة على قوسين معلومى الوترين (٢) معلوم ولنوقع القوسين ووتريهما على طرفى القطر ليسهل استخراج وتر القوس اتى بها يفضل نصف الدائرة عليهما (٣) وهى القوس الواقعة بينهما فإنها ووترها مساويان (٤) للفضل ووتره لو كانا واقعين (٥) عند طرف القطر والقوسان (٦) المعلومان (٧) ووترهما واقعين (٨) على هؤلاء (٩) من الطرف الآخر فليكن المطلوب معرفته (١٠) وترا مثل وتر ح ب (١١) من معرفة وترى (١٢) د ح ، أ ب الخارجين عن طرفى (١٣) قطر أ د ولنصل (١٤) د ب ، ح أ وهما معلومان بسبب أنهما وترا تمام نصف الدائرة (١٥) بعد قوس معلومة الوتر والقطر معاوم وزاوية القطر لا محالة قائمة فضر ب أحدهما فى الآخر معلوم يذهب د ح فى ب أ المعلوم (١٦) بسبب أن د ب ، ج أ معلومان (١٧) يبتى ج ب (١٨) فى د أ فلنقسم (١٩) ذلك على د أ المعلوم يخرج ج ب ومن هذا

$$\therefore \text{د ب} \times \text{أ د} = \text{د ح} \times \text{ح أ} \quad \text{هـ}$$

بالجمع ينتج أن $\text{أ ب} \times \text{د ح} + \text{د ب} \times \text{أ د} = \text{د ح} \times \text{أ د} + \text{د ب} \times \text{أ د}$ (هـ + هـ) $\therefore \text{د ب} \times \text{أ د} =$ وهو المطلوب

- (١) سا : غير موجود
- (٢) ف ، سا ، د : الوتر
- (٣) ف ، سا ، د : عليها
- (٤) سا ، د : يكون مساويا
- (٥) د : واقعتين
- (٦) د : والقوستان
- (٧) د : غير موجود
- (٨) د : واقعتين
- (٩) ب ، د : الولا - وفى ف ، سا : الولا
- (١٠) سا ، د : غير موجود
- (١١) د : ح ر
- (١٢) سا : وترين
- (١٣) سا ، د : طرف
- (١٤) ف ، سا ، د : فلنصل
- (١٥) د : النهار
- (١٦) فى هامش ب : من د ب فى د أ
- (١٧) ف : معلوم أن - وفى سا ، د : معلوم
- (١٨) ف : ح د
- (١٩) ف : فلنقسم

نعلم أن الباقي بعد قوسين معلومتين (١) الوتر من نصف (٢) الدائرة معلوم الوتر (*)
فإنه يكون مثل هذا الواقع في الوسط وإذا (٣) علم هذا فقد علم وتر (٤) الفضل بين



شكل (٣)

قوسين معلومتين (٥) الوتر كقوس السدس وقوس الخمس والفضل بينهما (***) « د »
ويمكننا أن نعلم أيضا (٦) وتر نصف قوس معلومة الوتر فلنصل بقطر (٧)

(١) ف ، سا ، د : معلوم

(٢) ف مشطوبه - وفي سا ، د : غير موجود

(*) نظرية (٢) : إذا علم في دائرة وتران يقابلان زاويتين معلومتين فإن وتر ١٨٠° - مجموع

الزاويتين يصبح معلوما

البرهان : في شكل (٣) الوتران د ه ، ا ب معلومان والمطلوب هو الوتر ح

∴ د ه معلوما ، د ا = ٢ فق ∴ ح ا يصبح معلوما وبالمثل د ب يصبح معلوما
وباستخدام نظرية (١) للشكل الرباعي الدائري د ه ا ب نجد أن

$$د ا \times ح ا = ا ب \times ح ب + ا ب \times ح د$$

في هذه المعادلة د ب معلوم ، ح ا معلوم ، د ه أحد الوترين ، ا ب الوتر الثاني ، د ا = ٢ فق
∴ يمكن معرفة ح ا المطلوب

(٣) سا ، د : وإذا (٤) سا ، د : غير موجود

(٥) سا ، د : معلوم

(**) نظرية (٣) : إذا علم في دائرة وتران يقابلان زاويتين معلومتين فإن وتر الفرق بين الزاويتين

يصبح معلوما

البرهان : لم يذكر ابن سينا برهان هذه النظرية ولكنه أشار إلى إمكان ذلك من نظرية (٢) وذلك

واضح لأنه إذا كان الوتران المعلومان هما د ه ، د ب فالمطلوب هو ح ا (شكل ٣)

فمن د ه نجد ح ا ومن د ب نجد ا ب

ومن الشكل الرباعي الدائري ا ب ح د : د ا \times ح ا = ا ب \times ح ب + ا ب \times ح د

حيث نجد أن جميع القيم معروفة فيها عدا ح ا الذي يمكن استنتاجه

(٦) ا ب ، سا : أيضا أن نعلم (٧) ف : مشطوب

7

ف : د ح واسطة و : ر ح (١) معلوم (***) وإذا (٢) عرفنا هذا فقد اتضح لنا السبيل إلى معرفة وتر ستة أجزاء ووتر (٣) ثلاثة أجزاء ووتر جزء ونصف ووتر نصف وربع جزء من معرفتنا وتر قوس اثني عشر جزءا (٤) « هـ » ونقول أيضا (٥) : إنا إذا أعطينا قوسين صغيرتين (٦) معلومتى (٧) الوتر أمكننا أن نعرف وتر مجموعهما مثل وترى أ ب ، ب ح فإنهما معلومان (٨) فنقول (٩) إن وتر مجموع القوسين (١٠) أعنى أ ح (١١)

(١) د : [ف : ر ح]

(***) نظرية (٤) : إذا عرفنا وتر قوس ما أمكن إيجاد وتر نصف القوس

البرهان في شكل (٤) نفرض القوس المعلوم هو ح ب ووتره ح ب . نصف القوس في نقطة

د والمطلوب إيجاد الوتر ح د

نأخذ نقطة هـ على ح بحيث يكون ا هـ = ب ا ومن د ننزل العمود د ر على ا ح

في المثلثين ا د هـ ، ا د ب : ا هـ = ا ب ، هـ ا د = ب ا د لأنهما تقابلان

قوسين متساويتين ، ا د مشترك

∴ ينطبق المثلثان وينتج أن د هـ = د ب = د ح

∴ في المثلث هـ د ح يكون هـ ر = ر ح

∴ ح ب معلوم ∴ ا ب أى ا هـ معلوم ،

∴ ا ح معلوم ∴ هـ ح معلوم

∴ هـ ر أو ر ح معلومان

وفي المثلثين ا د ح ، د ر ح : ا د ح = د ر ح = ٩٠° ، د ا ح = ر د ح

لأنهما محيطتان تقابلان قوسين متساويتين عند المحيط

∴ المثلثان متشابهان وينتج أن $\frac{ا د}{د ر} = \frac{د ر}{ر د}$

لكن ا ح ، ح ر معلومان ∴ يمكن معرفة د ح وهو المطلوب

(٢) د : وإذا

(٣) د : وتر

(٤) في هامش ب : [وتر فضل ما بين خمس الدائرة وسدسها] - من النظريات السابقة يمكن

معرفة وتر السدس (٦٠°) ووتر الخمس (٧٢°) ومن ذلك نستطيع تمييز وتر الفرق بينهما أى وتر

١٢° وبالتنصيف نجد وتر ٦° ثم وتر ٣° ووتر ١ ١/٢° ووتر ٣/٤° .

(٥) سا : غير موجود (٦) سا : غير موجود

(٧) ف ، سا : معلوم

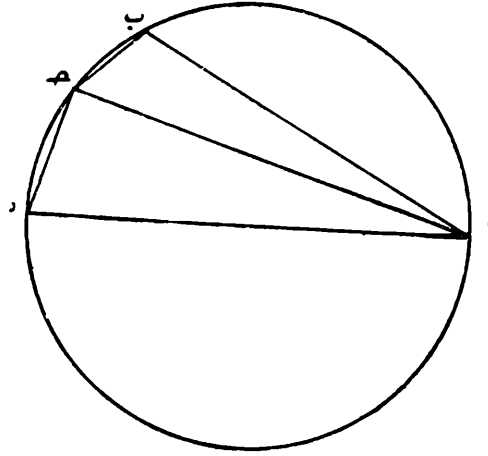
(٨) [فإنهما معلومان] : غير موجود في سا

(٩) سا : فقول

(١٠) د : القوس

(١١) ب : ا د

معلوم (١) ولنفرض مجموعهما (٢) أقل من نصف دائرة وهو (٣) المطلوب
في مباحثنا أعني أ ح (٤) ولنخرج القطر أ د ونصل ح د فلأن أ ب ، ب ح معلومان (٥)



شكل (١٥)

ف : د ح الباقي معلوم ، فوتر قوس أ ح الباقية إلى نصف الدائرة معلوم هو وبرهان
هذا في الكتاب أنا نخرج أيضا قطر ب ر ه (٦) ونصل ح د ، د ه ، ح ه ، د ب . (٧)
و : ب ح معلوم ف : ح ه أيضا معلوم (٨) ويمثل (٩) ذلك ب د بسبب أ ب
معلوم ، وبصير ه د معلوما ، فيصير ح د الضلع الرابع معلوما بسبب القطرين وهما
ح ه ، ب د ويحصل أ ح معلوما* فإذا فصلنا وتر قوس أصغر أوتار القسي المفروضة

(١) [أعني أ ح معلوم] : غير موجود في سا

(٢) سا : وتر مجموعهما

(٣) ف : فهو - وفي سا : فذلك هو

(٤) سا : ا ج معلوم - وفي د : [ولنفرض مجموعهما أقل من نصف دائرة وهو المطلوب في

مباحثنا أعني ا ج] غير موجود

(٥) سا ، د : معلوم

(٦) ف : ب ح ه ر

(٧) ه : ح د ، د ه ، ه د ب

(٨) [ف : ح ه أيضا معلوم] : غير موجود في د

(٩) ف ، سا ، د : ولمثل

(١٠) نظرية (٥) : إذا عرفنا وترى قوسين صغيرين فإن وتر مجموعهما يصبح معلوما

البرهان : في شكل (٥) (الوتران أ ب ، ب ح معلومان والمطلوب تعيين الوتر أ ح

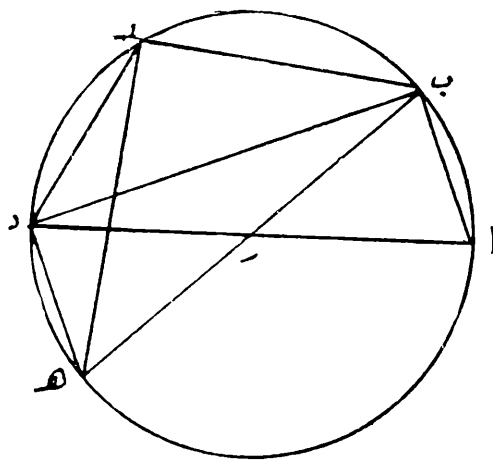
نرسم القطر أ د فيكون القوس د ح = ١٨٠ - مجموع القوسين أ ب ، ب ح

°. الوتر د ح يصبح معلوما (نظرية ٢)

وبنفس النظرية نعرف الوتر أ ب لأن القوس أ ح = ١٨٠ - القوس د ح وهو المطلوب

برهان آخر : ذكر ابن سينا برهانا آخر استعمل له شكل (٦) نرسم القطر ب ر ه

ولم نزل نركب (١) تلك القوس مع قسى آخر معلومة الأوتار كان أوتار المجموعات



شكل (٦)

معلومة وكذلك إذا ضاعفنا (٢) القوس الصغيرة (٣) جدا دائما (٤) وبطلميوس يروم أن يضع أصغر الأوتار وتر (٥) نصف جزء وإذا (٦) عرفت وتر نصف جزء أمكنك أن تستخرج وتر ربع جزء ونمن جزء على سبيل التنصيف (٧)

∴ ا ب معلوم ∴ هـ يصبح معلوما لأنه وتر ١٨٠ - قوس ا ب

، ∴ ا د معلوم ∴ د يصير معلوما لأنه وتر ١٨٠ - قوس ا ب

والآن من ا د الذى أصبح معلوما يمكن معرفة هـ د وتر ١٨٠ - قوس ا د

وفي الشكل الرباعي الدائري ا ب د هـ : ا د × هـ ب = ا ب × د هـ + ا هـ × ب د

والمقادير الملمومة هي ا ب د ، هـ ب د ، هـ د ، ا هـ (= ٢ نق)

∴ يصبح هـ د معلوما

والآن في المثلث القائم الزاوية ا ب د : ا د = ٢ نق ، هـ د معلوم

∴ يمكن معرفة ا ب وهو المطلوب

(١) د : تركت

(٢) د ، سا : ضاعفنا

(٣) د : الصغير

(٤) ف : بين السطرين - وفي ب : غير موجود

(٥) سا : غير موجود

(٦) د : غير موجود

(٧) [حل سبيل التنصيف] : غير موجود في سا ، د

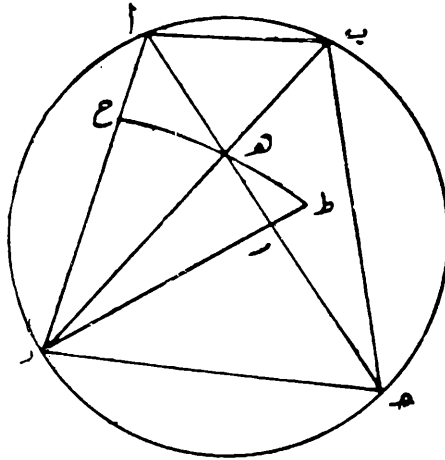
ولكن (١) الذى اعتمدناه (٢) من طريق التنصيف لا يؤدى بنا (٣) إلى النصف (٤) جزء حتى يسهل علينا معرفة سائرهما وذلك من شكل ح الذى (٥) قدمه لأننا انتهينا فى استخراج الأوتار إلى وتر فضل ما بين الثلث والخمس وذلك وتر ثمانية وأربعين والتنصيف يؤدى بنا إلى وتر أربعة وعشرين ثم اثني (٦) عشر ثم ستة ثم ثلاثة ثم واحد ونصف ثم نصف وربع ولا يؤدى إلى معرفة وتر الواحد (٧) أو وتر (٨) النصف وكذلك (٩) تنصيف (١٠) وتر السدس يؤدى إلى وتر ثلاثين ووتر خمسة عشر ووتر سبعة (١١) ونصف ولا يؤدى إلى الواحد وإلى النصف وإن ابتدأت من تنصيف وتر العشر تأديت أيضا إلى أربعة ونصف واثني وربع فلو (١٢) كان يمكننا أن نعرف وتر ثلث قوس معلومة الوتر بالخطوط لكان ذلك يخرج لنا من وتر جزء ونصف «ر» قال: فإذا لم يمكننا (١٣) ذلك فيجب أن نسلك فيما (١٤) نرومه (١٥) سبيلا من التقريب ونستعين بهذا الشكل قال نسبة الوتر الأطول إلى الوتر الأقصر فى دائرة واحدة أصغر من نسبة القوس الكبرى إلى القوس الصغرى فليكن وتر ح ب أطول من وتر أ ب فأقول: (١٦) إن نسبة وتر ح ب الأطول إلى وتر أ ب الأقصر (١٧) أصغر من نسبة قوس ح ب إلى قوس أ ب فلنصل ح أ ولننصف زاوية ب بخط ب د

-
- (١) سا : لكن
(٢) ف ، سا ، د : اعتمد
(٣) ف ، سا ، د : به
(٤) ف ، سا ، د : نصف
(٥) [من شكل ح الذى قامه] : فى هامش ب - وفى سا ، د : غير موجود
(٦) ب : اثنا
(٧) سا ، د : واحد
(٨) د : ووتر
(٩) سا : لذلك
(١٠) د : تنصف
(١١) سا : تسعة
(١٢) ب : ولو
(١٣) د : يمكننا
(١٤) سا : ما
(١٥) د : يرومه
(١٦) سا : وأقول
(١٧) سا ، د : الأصغر

يقطع حـ أعلى هـ وننفذه (١) إلى د ونصل حـ د ، دأ ومعلوم أنها متساويان لأنها
وترا قوسين متساويتين لأن زاويتيها عند ب (٢) متساويتان ولنخرج من د (٣)
عمود در (٤) ومعلوم أنه يقع في مثلث هـ حـ د (٥) لأنه ينصف حـ أ قاعدة (٦)
مثلث (٧) متساوي الساقين ثم حـ هـ أطول من هـ أ لأن حـ ب أطول من ب أ (٨)
وهما على نسبة (٩) الوترين (١٠) الأولين (١١) لأن زاوية ب منصفه فلأن زاوية
ر قائمة فهي أكبر من زاوية دأ ح وهي لا محالة أصغر من د هـ أ (١٢) الخارجة وأكبر
من د هـ ر الباقية فضلع أ د أطول من د هـ و : د هـ أطول من در فإذا جعلنا د (١٣)
مركزا وأد رنا (١٤) يبعد (١٥) د هـ قطاعا وقع داخل مثلث د هـ أ وقطع دأ
على ح (١٦) ووقع خارجا (١٧) عن (١٨) مثلث د ح ر فلنخرج العمود حتى
يلقاه على ط فبين أن قطاع د هـ ط أعظم من مثلث د هـ ر وقطاع د هـ ح (١٩)
أصغر من مثلث د هـ أ فإذا (٢٠) نسبة قطاع د هـ ط (٢١) أعنى زاوية هـ در (٢٢)

-
- (١) ف : مشطوب - وفي ب : بنفذ هـ - وفي سا ، د : غير موجود
(٢) [عند ب] : غير موجود في سا
(٢) [من د] : غير موجود في سا
(٤) سا : هـ ر
(٦) سا : مكرر
(٧) سا ، د : غير موجود
(٨) [لأن حـ هـ أطول من هـ أ] : غير موجود في سا ، د
(٩) هـ ، د : نسبتها
(١٠) د : للوترين
(١١) [الوترين الأولين] : غير موجود في هـ
(١٢) سا : د هـ
(١٣) د : حـ
(١٤) ف : مشطوب - وفي سا ، د : غير موجود
(١٥) سا ، د : ويبعد
(١٦) ف ، سا ، د : حـ
(١٧) [ف] ، سا ، د : خارج
(١٨) سا ، د : غير موجود
(١٩) ف : د هـ حـ
(٢٠) ب : فتكون .
(٢١) [أعظم من مثلث د هـ ر وقطاع د هـ ح أصغر من مثلث د هـ أ فإذا نسبة قطاع د هـ ط] :
غير موجود في د .
(٢٢) ٠ / ٧٢ : حـ د ر .

إلى قطاع د ه ح (١) أعني زاوية ه د ح (٢) أعظم من نسبة [مثلث ه د ر إلى مثلث



شكل (٧)

أ ه د (٣) أعني قاعدة ر ه إلى قاعدة ه أ (٤) [من مثلثين ارتفاعهما واحد فإذا
ركبنا (٥) تكون (٦) نسبة رأ إلى أ ه أصغر من نسبة جميع زاوية ر د أ إلى زاوية (٧)
ه د أ وإذا ضعفنا المقدمين كانت نسبة جميع ح أ إلى أ ه (٨) أصغر من نسبة
جميع زاوية د إلى زاوية أ د ه وإذا (٩) فصلنا كانت نسبة ح ه إلى ه أ أعني
ح ب إلى أ ب (١٠) أصغر (١١) لأن الزاوية منصفة أصغر (١٢) من نسبة زاوية
ح د ب إلى زاوية ب د أ أعني قوس ح ب (١٣) إلى قوس ب أ (*) «ح» فليكن الآن

(١) ف ، د : د ه ح .

(٢) ف : د ه ح

(٣) ب : غير واضح .

(٤) العبارة التي بين القوسين هي في سا ، د : [مثلث ه د ر أعني قاعدة ه ر إلى مثلث

أ ه د أعني قاعدة ه أ] - وفي ف نجد نفس العبارة حيث [أعني قاعدة ه ر] في الهامش .

(٥) سا ، د : بالتركيب .

(٦) سا ، د : غير موجود .

(٧) د : غير موجود .

(٨) د : غير واضح .

(٩) سا ، د : فإذا .

(١٠) د : مكرر .

(١١) ف : مشطوب - وفي سا ، د : غير موجود .

(١٢) ب : غير موجود - وفي ف : في الهامش .

(١٣) د : دب .

(٥) نظرية (٦) : نسبة الوتر الأطول إلى الأقصر في دائرة أصغر من نسبة القوس الكبرى

إلى الصغرى .

البرهان : في شكل (٧) وتر ح ب أطول من ا ب والمطلوب إثبات أن

$$\frac{\text{الوتر ح ب}}{\text{الوتر ا ب}} < \frac{\text{القوس ح ب}}{\text{القوس ا ب}} \text{ أقل من}$$

ننصف ح ب بالمستقيم د ليقابل المحيط في نقطة د ثم نسقط العمود د ر على ا ب ليقابله في ر ثم نركز في نقطة د ونرسم قوساً من دائرة نصف قطرها د ه حيث ه نقطة تقاطع ح ب ، ا ب ونفرض أن القوس ا ب يقابل امتداد د ر في ط وتقطع د ا في ع .

$$\therefore \text{ح ب} = \text{د ا} \text{ بالتعريف} \quad \therefore \text{الوتر ح ب} = \text{د ا}$$

\therefore المثلث د ا ب متساوي الساقين

، \therefore د ر عمود من رأس المثلث د ا ب على القاعدة فهو ينصفها $\therefore \text{ح ر} = \text{ر ا}$

في المثلث ا ب ح : ب ه ينصف زاوية الرأس ا ب ح ويلاقى القاعدة في ه .

$$\therefore \frac{\text{ح ب}}{\text{ا ب}} = \frac{\text{ح ه}}{\text{ا ه}}$$

لكن $\text{ح ب} < \text{ا ب}$ فرضاً $\therefore \text{ح ه} < \text{ا ه}$

\therefore العمود د ر يقع داخل المثلث ه ح د \therefore ر القائمة $\angle \text{د ه ر} < \angle \text{د ا ه}$

\therefore $\text{د ر} > \text{د ه} > \text{ا د}$ أي أن القوس ط ه ح يقطع ا د ويقطع امتداد د ر

\therefore قطاع $\text{د ه ط} < \text{مثلث د ه ر}$ وقطاع $\text{د ه ع} > \text{مثلث د ه ا}$

$$\therefore \frac{\text{قطاع د ه ط}}{\text{قطاع د ه ع}} < \frac{\text{مثلث د ه ر}}{\text{مثلث د ه ا}} \quad \therefore \frac{\text{زاوية ه د ر}}{\text{زاوية ه د ع}} < \frac{\text{القاعدة ر ه}}{\text{القاعدة ه ا}}$$

$$\therefore \frac{\text{ر ه} + \text{ا ه}}{\text{ا ه}} > \frac{\text{ه د} + \text{د ر}}{\text{ه د}} \quad \therefore \frac{\text{ر د}}{\text{ه د}} > \frac{\text{ر ا}}{\text{ا ه}}$$

بضرب الطرفين في ٢ ينتج أن

$$\frac{\text{ر د}}{\text{ه د}} > \frac{\text{ر ا}}{\text{ا ه}} \quad \frac{\text{٢ زاوية ر د ا}}{\text{زاوية ه د ع}} > \frac{\text{ر ا}}{\text{ا ه}}$$

ومن ذلك ينتج أن

$$\frac{\text{ر د}}{\text{ه د}} > \frac{\text{ر ا}}{\text{ا ه}} \quad \therefore \frac{\text{ر د} - \text{ا د}}{\text{ه د}} > \frac{\text{ر ا} - \text{ا ه}}{\text{ا ه}}$$

$$\text{لكن} \quad \frac{\text{ح ب}}{\text{ا ب}} = \frac{\text{ح ه}}{\text{ا ه}}$$

$$\therefore \frac{\text{ح ب}}{\text{ا ب}} > \frac{\text{ح د}}{\text{ا د}} \quad \text{أي أن} \quad \frac{\text{القوس ح ب}}{\text{القوس ا ب}} > \frac{\text{القوس ح د}}{\text{القوس ا ب}} \text{ وهو المطلوب}$$

أد (١) في هذه الدائرة وتر واحد ونصف وهو كما خرج بالحساب جزء وأربع وثلاثون (٢) دقيقة وخمسة عشرة (٣) ثانية (٤) ووتر أ ح (٥) وتر الجزء المجهول الذي هو الواحد ووتر أب (٦) وتر نصف وربع وقد خرج (٧) بالحساب سبعة (٨) وأربعون (٩) دقيقة وثمانى ثوان (١٠) ولأن نسبة قوس أد (١١) إلى قوس أ ح (١٢) نسبة (١٣) مثل ونصف إلى مثل فنسبة (١٤) وتر أد (١٥) إلى وتر أ ح (١٦) أصغر من نسبة مثل ونصف إلى مثل ف : أ ح (١٧) أكبر (١٨) من ثلثي أد (١٩) فهو إذن أكثر (٢٠) من جزء ودقيقتين وخمسين ثانية (٢١) الذى هو

(١) ف ، سا ، د : ف : ح .

(٢) ب ، د : د وأربع وثلاثين - وفى ف : ح : أربعة وثلاثون .

(٣) سا : ح : وخمسة عشر .

(٤) القيمة = (١٥ ٢٤ ١) = $1 + \frac{24}{60} + \frac{15}{3600}$ باعتبار ١,٥٧٠٨ ٣٣٣٣

نق = ٦٠ أو ٨٠٥٦ ٠,٠٢٦١ باعتبار نق = ١ أما القيمة الصحيحة فهي ٧٩٢٠ ٠,٠٢٦١

(٥) ع : غير واضح - وفى سا ، د : ف : ح

(٦) ف ، سا ، د : ف : ح

(٧) د : خرج لك .

(٨) سا ، د : صغ .

(٩) ف : وأربعين .

(١٠) ف ، سا ، د : وثمان ثوانى - والقيمة هي (صفر ٤٧ ٨) = ٩٢٥٩ ٠,٠١٣٠

باعتبار نق = ١ والقيمة الصحيحة هي ٨٩٨٦ ٠,٠١٣٠

(١١) ف ، سا ، د : ف : ح

(١٢) ف ، سا ، د : ف : ح

(١٣) ب : فى الهامش .

(١٤) د : ونسبة .

(١٥) ف ، سا ، د : ف : ح

(١٦) ف ، سا ، د : ف : ح

(١٧) ف ، سا ، د : ف : ح

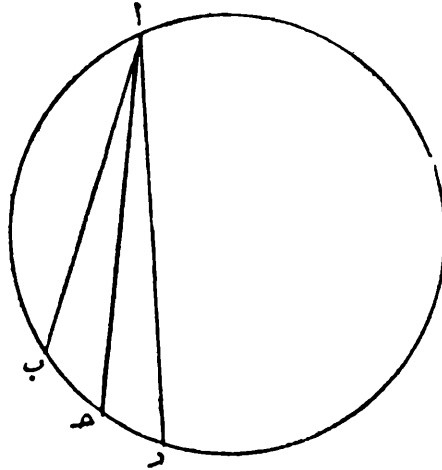
(١٨) سا : أكثر .

(١٩) سا ، د : ف : ح

(٢٠) سا ، د : أكبر .

(٢١) القيمة = (١ ٢ ٥٠) = ٥٣٧١ ٠,٠١٧٤ باعتبار نق = ١ .

ثلاثاً د (١) ويحسب ذلك (٢) أصغر من مثل وثلاث (٣) اب (٤) ومثل وثلاث
اب (٥) هو أيضاً جزء ودقيقتان وخمسون (٦) ثانية فهو بعينه أكبر وأصغر من
شيء واحد بحسابين فلتذهب الزيادة والنقصان (٧) تقريباً يبقى وتر اج (٨) جزء ودقيقتين



شكل (٨١)

وخمسين ثانية (٩) بالتقريب فإذا مقدار وتر (١٠) نصف قوس اج (١١) بالتقريب
وهو الذي كان يراد استخراجاه معلوم (*) فتصير بالتركيب (١٢) مقادير

-
- (١) ف ، سا ، د : د : ا .
 (٢) ف ، سا ، د : ذلك ا .
 (٣) سا : ثلاث .
 (٤) ف ، سا ، د : ا .
 (٥) ف ، سا ، د : د .
 (٦) ب : وخمسين .
 (٧) ف ، سا ، د : بالنقصان .
 (٨) ف ، سا ، د : ا .
 (٩) د : ودقيقتان وخمسون ثانية .
 (١٠) ف ، د : غير موجود - وفي ب : بين السطرين .
 (١١) ف ، سا ، د : ا .
 (١٢) ف : مشطوب - وفي سا ، د غير موجود
 (٥) تعيين قيمة وتر درجة واحدة
 نفرض (شكل ٨) أن ا د وتر $1\frac{1}{4}$ درجة ، ا ب وتر $\frac{3}{4}$ درجة ، ا ب وتر درجة واحدة
 وقد عرفنا فيما سبق قيمة ا د ، ا ب والمطلوب إيجاد قيمة ا .

$$\therefore \frac{\text{قوس ا ب}}{\text{قوس ا د}} = \frac{3}{2} \therefore \frac{\text{وتر ا ب}}{\text{وتر ا د}} > \frac{3}{2} \quad (\text{نظرية ٦})$$

القسي المتزايدة بنصف (١) درجة نصف درجة معلومة من طريق تركيب قوسين معلومتين (٢) الوتر وقد وضع بطليموس لها جداول مبتدئة من نصف درجة ومتزايدة بنصف درجة نصف درجة إلى مائة وثمانين درجة فوضع أولا جداولاً للقوس (٣) ثم تلاه بجدول (٤) ما يخصه من الوتر ثم تلاه بجدول (٥) ما يخص دقيقة واحدة قوسية من الوتر حتى إذا طلب وتر ما هو أزيد أو أنقص من الموضوع بدقائق زيد أو نقص ما يخص تلك الدقائق بأن يضرب ما يخص دقيقة واحدة في عدد دقائق التفاوت فما اجتمع يزداد أو ينقص وهذا (٦) بالتقريب الذي لا يظهر للحس وأما في الحقيقة فليس (٧) نسب (٨) القسي بحسب الأوتار فهذا هو الغرض الأول من هذه الأصول (٩) (**).

∴ وتر $\alpha < \frac{2}{3} \beta$ أى $0.174 \ 5371 < \alpha$ باعتبار $\eta = 1$

ومن جهة أخرى $\frac{\alpha}{3} = \frac{\text{قوس } \alpha}{\text{قوس } 1}$ ∴ $\frac{\alpha}{3} > \frac{\text{وتر } \alpha}{\text{وتر } 1}$

∴ وتر $\alpha > \frac{2}{3} \beta$ أى $0.174 \ 5371 > \alpha$

∴ $\alpha > \frac{2}{3} \beta$ أكبر من وأصغر من نفس القيمة ∴ فهو يساوى هذه القيمة .

∴ $\alpha = \frac{2}{3} \beta = 0.174 \ 5371$ ∴ من ذلك نوجد وتر نصف درجة بالتنصيف .

(١) سا : لنصف .

(٢) ف ، سا : معاوى .

(٣) ف : جدول القوس - وفى د : حدا وأول القوس - وفى سا : جدول قوس .

(٤) د : لجدول .

(٥) [يخصه من الوتر ثم تلاه بجدول] : غير موجود فى سا

(٦) سا : وهكذا .

(٧) [بجدول ما يخص دقيقة واحدة قوسية من الوتر حتى إذا طلب وتر ما هو أزيد أو أنقص

من الموضوع بدقائق زيد أو نقص ما يخص تلك الدقائق بأن يضرب ما يخص دقيقة واحدة في عدد دقائق التفاوت فما اجتمع يزداد أو ينقص وهذا بالتقريب الذى لا يظهر للحس وأما في الحقيقة فليس : مكرر فى د .

(٨) د : بسبب .

(٩) [الأوتار فهذا هو الغرض الأول من هذه الأصول] : غير موجود فى سا .

(*) وضع بطليموس جداول الأوتار للقسي لفترات نصف درجة ثم وضع قيمة وتر دقيقة واحدة فإذا كان المطلوب مثلاً وتر زاوية $0^\circ + \frac{1}{4}^\circ + \frac{1}{4}^\circ$ عدداً من الدقائق نأخذ من الجدول قيمة وتر $0^\circ + \frac{1}{4}^\circ$ ثم نضيف إليه عدد الدقائق \times نصيب الدقيقة الواحدة . وذلك بالتقريب لأنه يعتمد على أن الزيادة فى القوس تتناسب مع الزيادة فى الوتر .

فصل

في معرفة الميل (١)

« ط » وأما الغرض الثاني فأن نعرف القوس التي (٢) بين الانقلابين حتى إذا نصفناها (٣) كان غاية (٤) الميل وأن نعطي أصولا تعرف بها القسي المجهولة من دوائر مرسومة على بسيط كرى منها قسي ميول درج البروج وهي ما ينجاز (٥) بين نقطة الدرجة من فلك البروج ونقطة المقطع من معدل النهار من القسي التي هي أجزاء دائرة كبرى تمر (٦) بقطبي (٧) المعدل وبالدرجة ومنها قسي أخرى على ما نوضحه في التفصيل (*). فأما سبيل رصد الميل فأن نتخذ دائرة نحاسية يحيط بها سطوح أربعة متوازية وتقسّم بدرج ودقائق ما أمكن وأخرى تدور فيها ولا تستر ما قسم من دورها ويجعلان على غاية الهندام ويعمل على قطر الداخلة مثل دفتي (٨) الاسطرلاب وشظيته (٩) بغاية الاحتياط ويقيمها (١٠) موفقة على عمود (١١) إقامة مقاطعة لسطح الأفق على زاوية قائمة ويكون سطحها (١٢) هاتين (١٣) في (١٤) سطح دائرة نصف النهار (**). وأما (١٥) إقامة سطحيهما مقاطعين لسطح الأفق على زاوية

(١) [فصل في معرفة الميل] : غير موجود في سا ، د .

(٢) د : الذي . (٣) سا ، د : نصفناه .

(٤) سا : عليه . (٥) ب : غير واضح .

(٦) ف ، سا : ثم - وفي ب : [تحوز] وبين السطرين [تمر] .

(٧) سا : نقطتي .

(*) تعريفات : غاية الميل : أكبر ميل للشمس عن خط الاستواء obliquity of ecliptic قوس

ميل درجة البروج : بعد النقطة عن خط الإستواء السماوي .

(٨) ف ، سا ، د : لبتى .

(٩) ب ، ف : غير واضح .

(١٠) د : نقيمها .

(١١) [على عمود] : غير موجود في سا .

(١٢) د : سطحها .

(١٣) د : في بين .

(١٤) د : غير موجود .

(**) الآلة التي يرصد بها غاية الميل تتكون من حلقتين من النحاس متحدتي المركز والخارجة

منهما مقسمة إلى درجات ودقائق بينما الداخلة يمكن أن تدور حول مركزها ومثبت فيها مؤشر وتتمام

هذه الآلة بحيث تكون عمودية على الأفق وينطبق مستواها على مستوى الزوال meridian

(١٥) ب ، د : فأما .

قائمة (١) فبالشاقول وأما إقامتهما (٢) في سطح نصف النهار فباستخراج خط نصف النهار واستخراجه بأن نسوى (٣) مكانا (٤) من الأرض غاية (٥) الاستواء حتى لو صب فيها ماء لم يمل إلى جهة وينصب فيه (٦) عمود مستقيم من نحاس أو خشب أو غيرهما ونجعل (٧) منصب العمود مركزا ويدار عليه دائرة أعظم ما يمكن مما نعرف أن طرف الظل قد يقع في خطها وقوعا مستتبنا (٨) بلا انتشار وقتا (٩) ما من النهار ونرصده (١٠) طرف الظل حتى يقع عليها قبل الزوال وحتى يقع عليها (١١) مرة أخرى عند الفىء ونعلم على النقطتين ونقسم القوس بينهما بنصفين ونعلم عليه فمن النقطة (١٢) الوسطى إلى المركز هو (١٣) خط نصف النهار (***) فإذا نصبناها (١٤) هكذا لم نزل نأخذ ارتفاع الشمس بها دائما (١٥) وقت استوائها وهى جنوبية حتى نعرف غاية الانحطاط ونعلم على الجزء الذى وقعت

(١) قائمة ويكون سطحا هاتين في سطح دائرة نصف النهار وأما إقامة سطحهما مقاطعين لسطح الأفق على زاوية قائمة : غير موجود في سا .

(٢) د : إقامتهما .

(٣) ف : [نسوى] : و بن السطين [يسوى] .

(٤) ف ، سا : مكان

(٥) سا : فى غاية .

(٦) سا : فيها .

(٧) ب : وينصب .

(٨) سا : مستتبنا .

(٩) سا : وقتا .

(١٠) ب ، د : فرصد - وفى ب : فرصد .

(١١) [قبل الزوال وحتى يقع عليها] : فى هامش ف .

(١٢) ب ، سا ، د : غير موجود .

(١٣) د : غير موجود .

(***) هنا شرح طريقة نصب الآلة بحيث تستوفى الشروط المطلوبة .

أولا : يمكن نصبها عموديا على الأفق باستخدام الشاقول وهو خيط في آخره ثقل مثل ميزان البناء.

ثانيا : لكى نعين مستوى الزوال أو اتجاه الشمال والجنوب نثبت عصا رأسية على سطح الأرض

في منطقة مستوية ونرسم حولها دائرة مركزها نقطة ارتكاز العصا ، ثم نراقب ظل العصا منذ الصباح فنجد أنه يقصر تدريجيا حتى يمس محيط الدائرة ثم نراقب الظل بعد الظهر فنجد أنه يزداد تدريجيا حتى يمس محيط الدائرة . فإذا نصفنا الزاوية بين نقطتي التماس كان هذا هو اتجاه الشمال والجنوب .

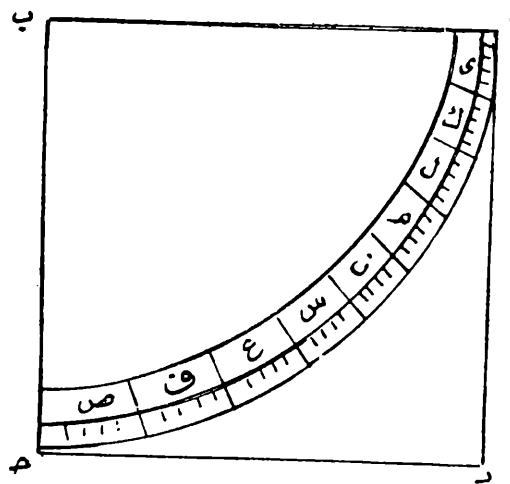
(١٤) ف ، سا ، د : نصبنا .

(١٥) ب : من وقت .

عليه الشظية (١) المرئية ثم نفعل (٢) كذلك وهي شمالية حتى نعرف غاية الارتفاع ونعلم على الجزء الذي وقعت عليه الشظية (٣) كما في الاسطرلاب فالذى بين العلامتين هو ضعف الميل فنصفه غاية (٤) الميل فالخط (٥) الذى بين المركز (٦) وبين المنصف (٧) هو فى سطح معدل النهـار « ي » وقد يمـكن أن يرصد بما هو أسهل من هذا بأن تؤخذ (٨) أنبة مربعة مستقصاة (٩) الربيع وقيام الزاوية ونسطيح السطوح المحيطة بها ولتكن مثلاً إحدى صفتيها مربع ا ب ج د ولنجعل ب مركزاً ويبعد ا ب (١٠) ربع دائرة (١١) ج د ونقسمه على تسعين درجة وعلى الدقائق ما أمكن ولننصبها (١٢) على خط نصف النهار بحيث يقطع سطحها (١٣) سطح الأفق على زوايا (١٤) قائمة ونجعل زاوية ب إلى الجنوب وقد أقمنا على نقطة ب وتدا (١٥) قائمتين كما قد سوى بانثاقول بحيث يصل ظله إلى قوس ا ج (١٦) وآخر على ج مثله (١٧) ومساوية له حتى إذا وقع الشاقول عليهما جميعاً عند النصب وقوعاً واحداً عرف استواؤه ويرصد وقوع ظل التود الذى على ب كل يوم على الأجزاء فكلما ازداد الارتفاع وقع أسفل وكلما ازداد (١٨) الانحطاط وقع أعلا فإذا انتهينا إلى الغايتين ارتفاعاً وانحطاطاً عرفنا ما بين الغايتين ويجب أن نضع خاف القوس على (١٩)

-
- (١) سا : الشظية - وفى د : الشظية .
(٢) ب ، د : غير موجود - وفى سا (ثم نفعل) غير موجود .
(٣) ب : الشظية المرئية - وفى سا : الشظية .
(٤) سا ، د : تمام .
(٥) ب : والخط .
(٦) ب ، د : المنصف .
(٧) ب ، د : المركز .
(٨) ف : يؤخذ .
(٩) د : مستقصاه .
(١٠) سا ، د : د : .
(١١) [ربع دائرة] : فى هامش ب - [ربع] : فى هامش ف .
(١٢) سا : ولننصبه - وفى د : ولننصب .
(١٣) ف ، سا ، د : سطحها .
(١٤) ف ، د : غير موجود .
(١٥) سا : وترا .
(١٦) د : ب : ح .
(١٧) ب : وآخر مثله على ح .
(١٨) سا ، د : زاد .
(١٩) سا ، د : إلى .

الشمال شيئا يمنع الظل عن النفشى (*) قال بطليموس (١) : فلما تواترت منا
الأرصاء وكان (٢) أكثر اعتمادنا على الاستدلال من نقطة سمت الرأس والبعد عنها
فوجدنا قوس ما بين الانقلابين سبعة وأربعين جزءا (٣) وأكثر من ثلثي جزء
وأقل من نصف وربع جزء (٤) قريبا مما قال اراطستننس (٥) ووافقه أبرخس
إذ جعل نسبة هذه القوس إلى الدائرة أحد عشر جزءا من ثلاثة وثمانين بالتقريب (٦)
ويكون نصفها هو الميل كله وبهذه الآلة يمكن أن نستخرج عرض البلاد بأن نعرف
جزء (٧) معدل النهار ونأخذ بعد سمت الرأس عنه وهو الباقي إلى تمام تسعين (٨)



شكل (٩)

(٩) يمكن استبدال الآلة المذكورة سابقا ببناء حائط مربع Γ ح د عمودي على الأفق وفي
مستوى الزوال (شكل ٩) بحيث يكون Γ أفقيا ونقطة Γ نحو الجنوب ونرسم على الحائط ربع
دائرة Γ ح مركزها نقطة Γ ونقوم بتدريج ربع الدائرة ثم نثبت في Γ وتدا أو مؤشرا Γ يتحرك
في مستوى الحائط .

(١) ف ، سا ، د : غير موجود .

(٢) سا ، د : فكان .

(٣) ف ، د : مر جزءا - وفي سا : م ن .

(٤) ضعف غاية الميل تقع بين $٤٧\frac{٢}{٣}^\circ$ وبين $٤٧\frac{٣}{٤}^\circ$ أى أن غاية الميل تقع بين $٢٣'٥٠''$ وبين $٢٣'٥٢''$

(٥) ف : إراطشاقس .

(٦) وجد اراطشاقس وإبرخس ضعف غاية الميل = $\frac{١١}{٨٣}$ من الدائرة = $٤٧,٧^\circ$.

(٧) ف : غير واضح .

(٨) سا ، د : سبعين .

وهو في اللبنة ما بين ح (١) وجزء (٢) معدل (٣) النهار وهو بعينه ارتفاع القطب (***) وها هنا حيل أخرى (٤) لهذه الأرصاد تذكر في اللواحق «يا» ثم أخذ بضع مقدمات هندسية لتمام عرضه أولها (٥) أنه إذا تقاطع بين خطي أب ، أج المتصلين على زاوية أ (٦) خطا ب ه ، جد الاثنان (٧) من طرفيهما (٩) المفترقين ثم انتهيا (٩) إليهما عنده ، فكانت نسبة أج إلى أ ه مؤلفة من نسبة ح د إلى د ر (١٠) ، ب ر إلى ب ه . برهان ذلك أن نخرج ه ح موازيا (١١) ل : ح د فنسبة (١٢) أج إلى أ ه ك : ح د إلى ه ح ، ولنوسط بينهما ر د ، فيكون (١٣) نسبة (١٤) ح د إلى ه ح (١٥) مؤلفة من نسبة جد إلى ر د ، من (١٦) ر د إلى ه ح (١٧) فتكون جد على نسبة من (١٨) ر د ، ر د على نسبة من ه ح وكل شيء فلك أن يجعله واقعا (١٩) بين

(١) [ما بين ح -] : غير موجود في سا .

(٢) ف : غير واضح .

(٣) [جزء معدل النهار وتأخذ بعد سمت الرأس عنه وهو الباقي إلى تمام تسعين وهو في اللبنة

ما بين ح وجزء معدل] : في هامش ف .

(**) يمكن بهذه الآلة معرفة عرض المكان بتعيين نقطة خط الاستواء السماوي أو معدل النهار

على القوس ! ح فيكون بعدها عن نقطة ح هو عرض المكان .

(٤) [حيل أخرى] : غير واضح في ف - في د : حيل أخرى .

(٥) د : أولهما .

(٦) ف ، سا ، د : غير موجود .

(٧) د : الآتيان .

(٨) سا : طرقيهما .

(٩) ف : انتهيا .

(١٠) ر هي نقطة تقاطع ح د ، ب ه .

(١١) [إلى أ ه مؤلفة من نسبة ح د إلى د ر ، ب ر إلى ب ه . برهان ذلك أن نخرج ه ح

موازيا] : غير موجود في ف ، سا - [ثم انتهيا إليهما عنده ، فكانت نسبة أ ه إلى ه ح مؤلفة

من نسبة ح د إلى د ر ، ب ر إلى ب ه . برهان ذلك أن نخرج ه ح موازيا] غير موجود .

(١٢) ف : كنسبة .

(١٣) ب ، ف ، سا ، د : لتكون .

(١٤) سا : كنسبة .

(١٥) سا : ه ح .

(١٦) ف ، سا ، د : غير موجود .

(١٧) سا : ه ح .

(١٨) سا : غير موجود .

(١٩) د : غير موجود .

شئين بنسبتين بهما بعينها تتوسط بينهما وتكون لأحد الشئين (١) إلى الآخر نسبة معينة مؤلفة من تلك (٢) النسبتين إذا كان المتوسط ذلك (٣) المقدار لا غير فإن بدل صار من نسبتين أخرتين ولما كان أ ج ل : أ ه مثل ج د ل : ح ه (٤) فإذا أخذ شيء ما نسبة أ ح إليه كنسبة ح د إلى رد كان لا محالة نسبة ذلك المقدار إلى أ ه كنسبة (٥) رد إلى ح ه للأصول التي في اقليدس (٦) فإذا نسبة أ ج إلى ذلك المقدار ونسبة ذلك المقدار (٧) إلى أ ه هي بعينها نسبة ج د إلى د ر ، در إلى ح ه وإنما طولنا هذا لنقف على تأليف النسبة لكن نسبة رد إلى ح ه كنسبة رب إلى ب ه فسواء أخذت نسبة ج د إلى د ثم رد إلى ح أو رب (٨) إلى ب ه فإذا نسبة ج أ إلى أ ه مؤلفة من نسبتي ج د : رد ، ب ر : ب ه (٩) (*) «يب» وأيضا بالتفصيل نسبة ج ه إلى أ ه مؤلفة من نسبة جر : د و من (١٠) نسبة دب إلى (١١) ب أ فنخرج (١٢) أ ح (١٣) موازيا ل : ه ب ، ج د إذا أخرج لاقى (١٤)

(١) با : غير واضح . (٢) سا ، د : تينك .

(٣) ف ، سا ، د : بذلك . (٤) سا : [د : ح ه] .

(٥) [ح د إلى رد كان لا محالة نسبة ذلك المقدار إلى أ ه كنسبة] : في هامش ب .

(٦) ب : كتاب أوقليدس .

(٧) [ونسبة ذلك المقدار] : غير موجود في ما .

(٨) ف : ه ه - وفي سا ، د : ه ر .

(٩) د : ب د ، ه ه .

(١٠) نظرية (٧) : إذا تقاطع المستقيمان ا ب ا ح في ا ثم رسمنا ب ه ، ح د ليقابلا ا ح

في ه ، ا ب في د ويتقاطعا في ر (شكل ١٠) كان .

$$\frac{ا}{ه} = \frac{ا}{ح} \times \frac{ح}{د} = \frac{ا}{د}$$

البرهان : نرسم ه ح موازيا ح د ليقطع ا ب في ح .

$$\frac{ا}{ه} = \frac{ا}{ح} = \frac{ا}{د} \times \frac{ح}{د} = \frac{ا}{د}$$

$$\frac{ا}{ه} = \frac{ا}{ح} \times \frac{ح}{د} = \frac{ا}{د} \quad \therefore \quad \frac{ا}{ه} = \frac{ا}{د} \quad \text{لكن} \quad \frac{ا}{ه} = \frac{ا}{د} \quad \text{وهو المطلوب}$$

(١٠) [ا ب : ر : ب ه وأيضا بالتفصيل نسبة ح ه إلى ه ا مؤلفة من نسبة ح ر :

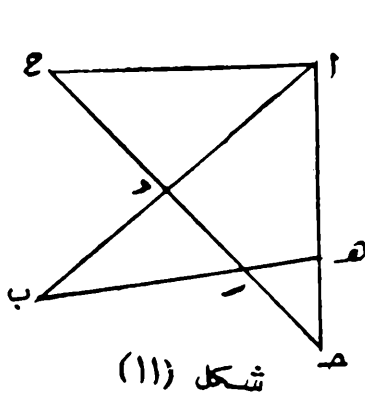
ر د و من] : غير موجود في سا - وفي د : [من] غير موجود .

(١١) ف : مشطوب - وفي د : غير موجود .

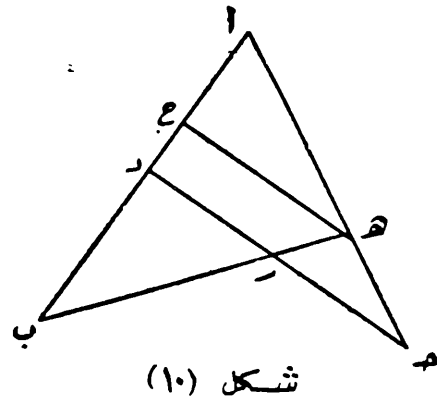
(١٢) د : ونخرج . (١٣) سا : ا ه .

(١٤) ب : لاقا .

أح لا محالة لأن زاوية ره ج (١) أعنى ح أج وزاوية (٢) أ ج ح أقل من قائمتين
فليكن تلاقبها على ح ف: ج ه إلى أ ه مثل ج ر إلى د ح، أعنى مؤلفة من ج ر إلى د الزيادة
ومن (٣) رد إلى رح (٤) لكن رد (٥) إلى زرح (٦) مثل ب د (٧) إلى ب أ



شكل (١١)



شكل (١٠)

لأن المثلثين متشابهان (٨) لزاويتي التقاطع وزاويتي التبادل (٩) من المتوازيين
مع تركيب الأضلاع فإذاً ح ه إلى ه أ مؤلفة كما قلنا (١٠) (*).

(١) سا : رد ح

(٢) سا : فزاوية .

(٣) سا ، د : و .

(٤) سا : د د ح .

(٥) د : ر ح .

(٦) سا : د ح .

(٧) د : ب ر .

(٨) ف : مشابهان .

(٩) سا : التقاطع بل - وفي : التقابل .

(١٠) [كما قلنا] : غير موجود في د .

(*) نظرية (٨) : إذا تقاطع المستقيمان أ ب ، أ ح في ا ثم رسمنا ب ه ، ح د ليقابلا أ ح

في ه ، أ ب في د ويتقاطعا في ر (شكل ١١) فإن .

$$\frac{د}{أ} \times \frac{ر}{د} = \frac{ه}{أ}$$

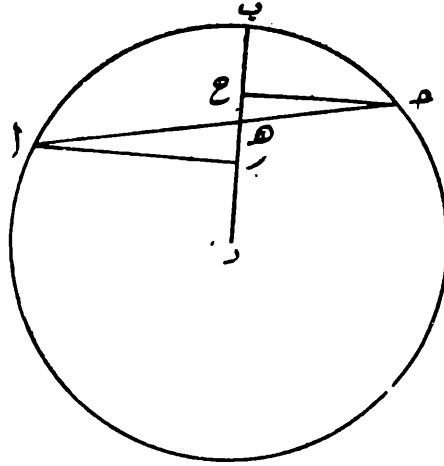
البرهان : نرمم أ ح موازاً ب ه ليقا امتداد ح د في ح .

$$\therefore \frac{د}{أ} \times \frac{ر}{د} = \frac{ر}{ح} = \frac{ه}{أ}$$

فصل

في معرفة الجيوب (١)

دائرة أ ب ج على مركز د ونقط (٢) ج ، ب ، أ على المحيط كيف اتفق (٣)
لكن ج ب (٤) ، ب أ كل أصغر من نصف الدائرة فنسبة جيب أ ب (٥) إلى
جيب ج ب كنسبة أ ه إلى ه ج (٦) فسمى (٧) وتر مجموعهما المقسوم بنصف القطر



شكل (١٢)

المخرج إلى نقطة ب (٨) ويعني بالجبب نصف وتر ضعف القوس ونسبة الجيوب
بعضها إلى بعض كنسبة (٩) أضعافها لا محالة وأنتخرج جبب (١٠) ج ج ، أ ر

$$\text{لكن في المثلثين المتشابهين ر د ب ، ح ا د : } \frac{ر د}{ب د} = \frac{ح ا}{ا د}$$

$$\therefore \frac{ر د}{ب د} \times \frac{ب د}{ا د} = \frac{ح ا}{ا د} \text{ وهو المطلوب}$$

(١) [فصل في معرفة الجيوب] : غير موجود في ما ، د .

(٢) د : ونقطة .

(٣) سا ، د : اتفقت .

(٤) سا : ح د .

(٥) سا : ح ب .

(٦) سا : ا ه ج - و في د : ه ح أصغر من نصف الدائرة .

(٧) سا : فيسمى .

(٨) سا ، د : به .

(٩) سا : نسبة .

(١٠) سا : جبب .

وذلك بأن نخرج عمودين (١) إلى القطر لا محالة فلأن المثلثين متشابهان فنسبة
أر إلى جح كنسبة أه إلى هـ (٢) وهو المراد (**).

مقدمة يحتاج إليها

«مح» كل مثلث تعلم زواياه تعلم نسب (٣) أضلاعه وذلك لأن إذا أدركنا عليه دائرة
عرفنا قوس كل زاوية بنسبة (٤) وترها (٥) من محيط تلك الدائرة فإذا كان
إحدى الزوايا قائمة كان وترها نفس (٦) القطر فإذا علمت زاوية أخرى كفاك
أو علمت (٧) ضلعا آخر وعرفت (٨) نسبته إلى وتر القائمة كفاك لأنك تعلم
قوس ذلك الضلع الآخر إذا صير وترًا فتعرف القوس الباقية إلى نصف الدائرة
فتعرف وترها وهو الضلع الثالث وتعرف نسبة الزوايا ومقاديرها بمعرفتك (٩)

(١) سا : عمودى ر .

(٢) د : هـ ع .

(**) نظرية (٩) : أ ب ، ب ح قوسان في دائرة مركزها د فإذا وصلنا د ب ، أ ج فتقاطعا
في هـ كان .

$$\frac{\text{جيب قوس أ ب}}{\text{جيب قوس ب ح}} = \frac{\text{أ ح}}{\text{ب ح}}$$

البرهان : نسقط العمودين ح ع ، أ ر من نقطتي ح ، أ على د ب (شكل ١٢)

في المثلثين أ ر هـ ، ح ع هـ : ر = ع = ٩٠° ، أ هـ = ر هـ = ح هـ للتقابل بالرأس

$$\therefore \frac{\text{المثلثان متشابهان وينتج أن}}{\frac{\text{أ ح}}{\text{ب ح}} = \frac{\text{أ هـ}}{\text{ب هـ}}}$$

لكن أ ر ، ح ع هما جيبا القوسين أ ب ، ب ح

$$\therefore \frac{\text{جيب قوس أ ب}}{\text{جيب قوس ب ح}} = \frac{\text{أ ح}}{\text{ب ح}} = \frac{\text{أ هـ}}{\text{ب هـ}} \text{ وهو المطلوب}$$

(٣) سا : في الهامش وغير واضح - وفي د : نسبة .

(٤) ب ، سا ، د : ونسبة .

(٥) ف ، سا ، د : وتره .

(٦) ب : نصف - وفي هامش ف : نفس .

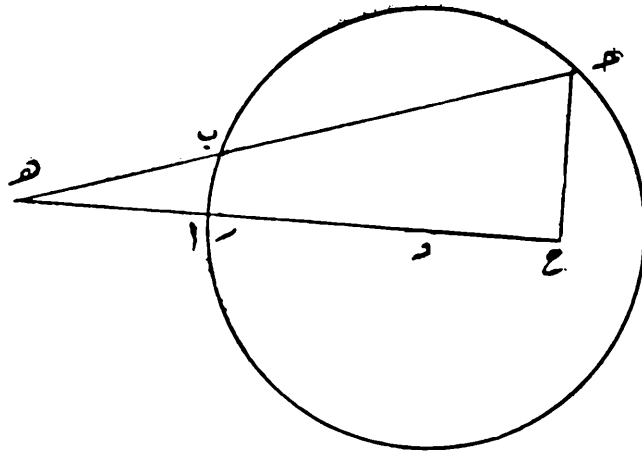
(٧) د : ولو .

(٨) سا : وعلمت .

(٩) سا ، د : لمعرفتك .

من ضلع د ر المعلوم و: هر المعلوم (۱۱) وهو (۱۲) التفاوت بين المعلومين ويعلم زاوية كل واحد من المثلثين تماثلت فيكون جميع راوية معلومة فقوس أ.ب معلومة (۱۳)

- 07



شكل (١٤)

تبقى قوس (١) ج ب معلومة (٢) (*) «يه» وأيضا (٣) على د دائرة أ ب ج

(١) د : غير موجود .

(٢) ف ، سا ، د : معلوما .

(*) مقدمة (١) : ح ب قوس معلومة في دائرة مركزها د ، ونعلم أيضا $\frac{\text{جيب قوس ح ب}}{\text{جيب قوس ا ب}}$

فيكون كلا من قوسى ج ب ، ب ا معلوما .

البرهان : نرسم من المركز د عمود د ر على ا ب ونصل د ب ليقطع ا ب فى هـ (شكل ١٣)

$$\therefore \text{نسبة الجيبين معلومة} \quad \therefore \frac{\text{ح ب}}{\text{ا ب}} \text{نسبة معلومة أو } \frac{\text{ا هـ}}{\text{ح هـ}}$$

$$\therefore \frac{\text{ا ح}}{\text{ا هـ}} \text{نسبة معلومة .}$$

لكن ا ح وتر القوس ح ا معلوم .

\therefore ح هـ وبالتالي هـ ا معلومان .

لكن ا ر = $\frac{1}{2}$ ا ب معلوم .

\therefore هـ ر = ا هـ - ا ر معلوم .

وفى المثلث ا د ر القائم الزاوية : ا ر معلوم ، ا د = نق .

\therefore يصبح د ر ، ا د و معلومان .

وفى المثلث د هـ ر القائم الزاوية : د ر ، هـ ر معلومان .

\therefore هـ د ر تصبح معلومة .

\therefore هـ د ا تصبح معلومة وهى تساوى قوس ا ب .

\therefore يمكن معرفة القوسين ا ب ، ح ب وهو المطلوب .

(٣) د : وأيضا ليكن .

(۱) ما : غير موجود وبدلا منها [ونصل هـ و] - وفی د : [نقطها ونصل هـ و] .

(۳) ما : متوازنان :

(۱) سا ، د : فوس .

(٥) د : كنسبة .

(**) مقدمة (٢): \cup - قوس في دائرة مركزها د (شكل ١٤) فإذا التقى امتدادا \cup

د ا في نقطه ه .

کان $\frac{\text{جذب قوس } ۱ - ۲}{\text{جذب قوس } ۱ - ۱} = \frac{۲ - ۱}{۱ - ۱}$

البرهان : فنزل العمودين $ح$ ، $و$ ر على $ا$ دفيكونا جيبي القوسين $ا - ح$ ، $ا - و$.

وفی مثلث $هـ ح ج$: $ح ج$ یوازی $ب ر$ $\therefore \frac{ح ج}{ب ر} = \frac{ج هـ}{ر ب}$

$$\therefore \frac{\text{جيب قوس } \alpha}{\text{جيب قوس } \beta} = \frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{h}{u} \quad \text{وهو المطلوب}$$

(۶) [علیٰ و یخرج] : غیر موجود فی ساء ، د .

(۷) سا، د : و علی .

بوترها نصف قوس معلوم (١) معلومة والقائمة معلومة وضلع د ب معلوم فمثلث
د ب ر القائم الزاوية معلوم الأضلاع والزوايا فلأن نسبة الجيبين أعني جيب ج أ
إلى جيب ب أ (٢) معلومة بل نسبة ج ه إلى ب ه و : ج ب معلوم تكون نسبة (٣)
ج ه إلى ب ه معلومة (٤) فيصير ب ه (٥) معلوما (٦) وهو الزيادة
معلومة (٧) فيصير جميع ج ه ، ب ه معلومين فيكون د ر ، ر ه معلومين ويكون
مثلث (٨) ه د ر وزاوية ه د ر معلومين : فذهب ب د ر المعلومة تبقى ه د ب (٩)
معلومة فيبقى قوس أ ب معلومة «ير» وأما إن كان الالتقاء من الجهة الأخرى
فإننا نعلم قوسى ج ح ، ب ح بمثل (١٠) ما علمنا فى الشكل الأول قوس أ ب (١١)

مشکل (۱۶)

∴ القوس \cup $\hat{=}$ معلوم أى أن \cup $\hat{=}$ د معلومة .

∴ \cup $\hat{=}$ د ر $\hat{=}$ $\frac{1}{4} \cup$ $\hat{=}$ د معلومة .

∴ المثلث القائم الزاوية د \cup ر يصبح معلوم الزوايا والأضلاع .

أى أننا نعلم د ر ، د \cup ، \cup $\hat{=}$ د ر .

لكننا نعلم نسبة $\frac{\text{جيب قوس } \hat{=}}{\text{جيب قوس } \hat{=}}$ وهذه تساوى $\frac{\hat{=}}{\cup}$ (مقدمة ٢) .

∴ فنحن نعرف $\frac{\hat{=}}{\cup}$ أى $\frac{\hat{=} \cup + \cup}{\cup}$

لكن $\hat{=}$ \cup وتر القوس $\hat{=}$ \cup المعلوم ∴ $\hat{=}$ \cup معلوم .

ومن ذلك يمكن معرفة \cup $\hat{=}$ وبالتالي نعرف ر $\hat{=}$ $\frac{1}{4} \cup$ $\hat{=}$ $\cup + \hat{=}$ \cup $\hat{=}$

في المثلث القائم الزاوية د $\hat{=}$ ر : ر $\hat{=}$ معلوم ، د ر معلوم .

∴ نعرف $\hat{=}$ د ر .

∴ $\hat{=}$ د $\hat{=}$ $\hat{=}$ د ر - \cup $\hat{=}$ د ر أصبحت معلومة .

وهذه الزاوية هى قوس $\hat{=}$ \cup وهو المطلوب .

الحالة الثانية : إذا تلاق $\hat{=}$ ، $\hat{=}$ د من ناحيتى $\hat{=}$ ، د (شكل ١٦) ولنفرض نقطة التلاقى

$\hat{=}$. ننزل العمود د ر على $\hat{=}$ ونصل د $\hat{=}$.

ونفرض أن امتداد $\hat{=}$ د يقطع المحيط في نقطة ح .

∴ $\hat{=}$ د ر $\hat{=}$ $\frac{1}{4} \cup$ $\hat{=}$ د $\hat{=}$ ∴ $\hat{=}$ د ر تصبح معلومة .

∴ المثلث القائم الزاوية د $\hat{=}$ ر يصبح معلوم الزوايا والأضلاع .

أى أننا نعلم د ر ، ر $\hat{=}$ ، $\hat{=}$ د ر

لكننا نعلم نسبة $\frac{\text{جيب قوس } \hat{=}}{\text{جيب قوس } \hat{=}}$ وهذه تساوى $\frac{\hat{=} \cup + \hat{=} \cup}{\hat{=}}$

لكن $\hat{=}$ \cup وتر القوس $\hat{=}$ \cup معلوم

∴ يمكن معرفة $\hat{=}$ $\hat{=}$ وبالتالي نعرف ر $\hat{=}$ $\hat{=}$ + ر $\hat{=}$

في المثلث القائم الزاوية د $\hat{=}$ ر : ر $\hat{=}$ معلوم ، د ر معلوم

∴ نعرف $\hat{=}$ د ر ∴ $\hat{=}$ د $\hat{=}$ $\hat{=}$ د ر - $\hat{=}$ د ر أصبحت معلومة

وهذه الزاوية هى قوس $\hat{=}$ ح

∴ قوس $\hat{=}$ $\hat{=}$ = ١٨٠ - (قوس $\hat{=}$ + قوس ح) تصبح معلومة وهو المطلوب

الحالة الثالثة : إذا كان $\hat{=}$ ، د $\hat{=}$ متوازيان (شكل ١٧)

مقدمات معينة على تحقيق (١) الشكل القطاع وهو هذا « بط » أربع قسوى دون
 أنصاف الدوائر لكنها من أكبر (٢) الدوائر التي ترسم على بسيط الكرة وقوسا (٣)
 ج أ ، ب أ يلتقيان على أ ويخرج من ج ، ب قوسان (٤) منها يتقاطعان
 على ر ثم يقطعان القوسين على د ، ه فنقول إن نسبة جيب قوس ج ه إلى جيب قوس
 ه أ مؤلفة من نسبة جيب قوس ج ر (٥) إلى جيب قوس رد (٦) وهو (٧) نسبة
 جيب قوس د ب إلى (٨) جيب قوس ب أ (٩) ومما يسهل (١٠) تصور هذا الشكل
 أن تعلم أن قطر كل دائرة وكل وتر يقع فيها (١١) يكونان في سطح واحد فلنخرج
 من المركز وهو ح ووجوده سهل لأنه (١٢) مركز كل قوس من هذه خطوط (١٣)
 ه ح ، ح ب ، ح ر (١٤) و : أد الوتر فلا محالة أن أد الوتر و : ب ح
 في سطح واحد فلا يحلو إما أن يقع ب ح موازيا ل : أ د وإما أن يقع غير مواز (١٥)
 فإن وقع غير مواز (١٦) فيلتقى به من إحدى الجهتين فالقع أ د بحيث يلاقى ح ب

نزل العمودين ح ر ، ب ه على القطر أ د ح

∴ ح ب ، د أ متوازيان ∴ ح ر = ب ه

لكن ح ر هو جيب قوس ح ب ، ب ه هو جيب قوس ب أ

∴ قوس ح ب = قوس ب أ

∴ قوس ب أ = $\frac{1}{4}$ (١٨٠ - قوس ب ح) معلوم وهو المطلوب

(١) سا ، د : تقطيع

(٢) ف : أكثر

(٣) سا : وقوس

(٤) ف ، سا : قوسين

(٥) ب : ح ر - وف ف : ح د

(٦) ب : غير واضح

(٧) سا ، د : و

(٨) د : ونسبة

(٩) [نسبة جيب قوس د ب إلى جيب قوس ب أ] : في هامش ب

(١٠) سا : في الهامش

(١١) د : فيها

(١٢) د : لأن

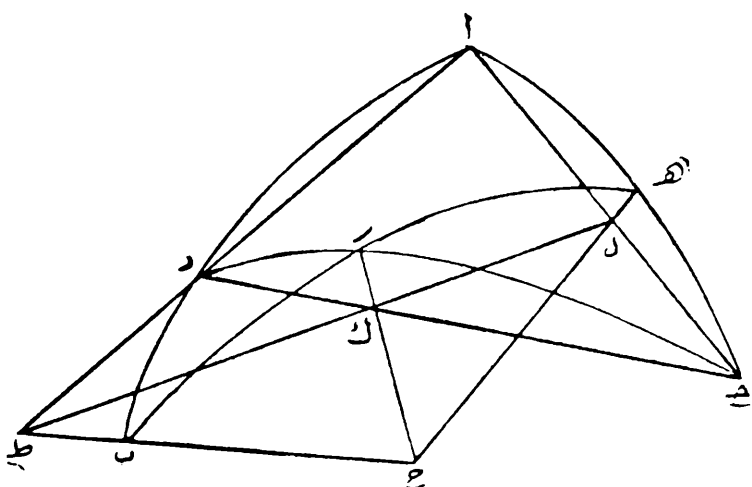
(١٣) د : غير موجود وبدلا منه نجد [القوى هو مركز الكرة]

(١٤) سا : ه ح ، ح ب ، ح ر

(١٥) سا : موازى

(١٦) سا : مواز له

من جهة د على ط ويخرج وتر أ ج فيقاطع لا محالة نصف قطر دائرته وهو ه ح (١)
على ل وكذلك وتر ج د يقطع رح على ك ولأن خطوط ح ه ، ح ر ، ح ط تلتقى
كلها قوس ه ر ب فكلها في سطح واحد وكذلك نقط ل ، ك ، ط في سطح (٢)
واحد ومثلث أ ج د أيضا في سطح واحد وهو سطح ضلعيه (٣) الوترين (٤)
المذكورين (٥) وأخرج (٦) أ د على الاستقامة في ذلك السطح ف : ط
أيضا في ذلك السطح فنقط ل ، ك . ط في سطحين أحدهما سطح قوس ه ر ب
والآخر سطح مثلث أ ج د فيصبل (٧) إذن بينها خط مستقيم وهو خط ل ك ط
على ما قبل في كتاب أقليدس فإذا قد وقع بين خطي أ ج (٨) ، أ ط
المتلاقين خطا ج د ، ط ل المتقاطعان (٩) على ك فنسبة ج ل إلى ل أ مؤلفة من نسبة



شكل (١٨)

- (١) بدلا من [نصف قطر دائرته وهو ه ح] نجد في د : [نصف قطر ه ح لدائرته لدائرته]
- وفي ف ، سا [نصف قطر ه ح لدائرته] حيث في ف : [ه ح] في الهامش .
(٢) ب : غير موجود
(٣) سا : صاحبة - وفي د : ضلعا
(٤) ب : في الهامش - وفي ف : غير موجود
(٥) د : المذكوران .
(٦) سا : [و : ح]
(٧) ف ، سا : فصل .
(٨) ف ، سا : ح
(٩) سا ، د : المتقاطعين .

جك إلى ك د (١) . ط د (٢) إلى ط أ لكن نسبة جل إلى ل أ كنسبة (٣)
 جيب قوس ج ه إلى (٤) جيب قوس (٥) ه أ وكذلك نسبة جك إلى ك د كنسبة
 جيب قوس ج ر إلى جيب قوس رد ونسبة (٦) ط د إلى ط أ كنسبة (٧) جيب (٨)
 قوس ب د إلى جيب قوس ب أ فإذا نسبة جيب قوس ج ه (٩) إلى جيب قوس ه أ
 مؤلفة من نسبة جيب قوس ج ر إلى جيب قوس رد وجيب قوس ب د إلى (١٠) جيب
 قوس ب أ وهذا مثاله (*) .

(١) [إلى ل د] : غير موجود في سا

(٢) سا : [و : ط]

(٣) في هامش ب : (إذا كانت نسبة ح إلى ي مؤلفة من نسبة ح إلى ط ومن ط إلى ي فإن نسبة
 ح إلى ط مؤلفة من نسبة ح إلى ي ومن نسبة ي إلى ط . وكذلك نسبة ط إلى ي مؤلفة من نسبة ط إلى ح
 ومن ح إلى ي وعلى هذا القياس في العكس)

(٤) [جيب قوس ح ه إلى] : في هامش ف

(٥) [ح ه إلى جيب قوس] : في هامش ب

(٦) [ح إلى ل د] كنسبة جيب قوس ح ر إلى جيب قوس ر د ونسبة [: غير موجود في د

(٧) سا ، د : غير موجود

(٨) سا ، د : كجيب

(٩) د : ح ه

(١٠) [جيب قوس ح ر إلى جيب قوس ر د و جيب قوس ب د إلى] : غير موجود في د

(*) نظرية (١٠) : شكل قطاع كرى يتكون من أربعة أقواس عظام على سطح الكرة هي ا ب

ب ، ا ح والقوس ح رد المار بنقطة ح ويقطع ا ب في د ، والقوس ب ر ه المار بنقطة ب ويقطع

ا ح في ه حيث نقطة ر هي تقاطع ح رد ، ب ر ه

$$\text{فيكون} \frac{\text{جيب قوس ح ه}}{\text{جيب قوس ه ا}} = \frac{\text{جيب قوس ح ر}}{\text{جيب قوس ر د}} \times \frac{\text{جيب قوس د ب}}{\text{جيب قوس ب ا}}$$

البرهان : نفرض أن ح مركز الكرة ونصل ح ه ، ح ب ، ح ر والوتر ا ب

∴ ح ه هو نصف قطر الدائرة الواصل إلى نقطة ه من القوس ا ح

∴ ح ه والوتر ا ح في مستوى واحد

وبالمثل ح ر ، ح د وكذلك ح ب ، ا ب في مستوى واحد

نفرض نقطة تقاطع ح ه ، ا ب هي ل وتقاطع ح ر ، ح د هي ل

أما ح ب ، ا ب . فهناك ثلاث حالات لهما . فهما إما أن يتوازيا أو يتقاطعا من جهة د ، ب أو يتقاطعا

من جهة ا ، ح

الحالة الأولى : إذا تلاقي ح ب ، ا د من جهتي د ، ب في نقطة ط (شكل ١٨)

∴ المستقيمت ح ه ، ح ر ، ح ط تلتقي في نقطة ح وتقع كلها في مستوى القوس ه ر ب

∴ النقط ل ، ل ، ط تقع كلها في مستوى واحد هو مستوى القوس ه ر ب

ومن ناحية أخرى نقطة ط تقع على المستقيم ا ب د أى تقع في سطح المثلث ا ب د

«ك» وإما ان يقع (١) بحيث (٢) يلاقيه من جهة أ وليس هذا في الكتاب
فلنقدم له مقدمة فنقول (٣) إنه إذا كانت نسبة أ الأول إلى ب الثاني مؤلفة
من نسبة ج الثالث إلى د الرابع ومن ه الخامس إلى ر السادس فإن نسبة ج (٤)
الثالث إلى د (٥) الرابع مؤلفة من نسبة أ الأول إلى ب الثاني ومن نسبة ر السادس
إلى ه الخامس برهانه أن (٦) نأخذ ا : ج ، د ، ه ، ر (٧) حلودا ثلاثة مشتركة
وهي ح ، ط ، ي فنسبة ح (٨) : ي هي (٩) بعينها نسبة أ : ب (١٠) ولنجعل ي
واسطة بين ح ، ط فتكون (١١) نسبة ح إلى ط وهي نسبة ج إلى د وهما الثالث

وكذلك نقطة ل الواقعة على المستقيم ح د أي تقع في سطح نفس المثلث

والنقطة ل واقعة على المستقيم ا ح فهي إذن تقع في سطح المثلث

أي إذ النقط ل ، ل ، ط تقع كلها في مستوى المثلث ا ح د

ولكنها تقع في مستوى آخر هو مستوى القوس ه ر ب

∴ النقط الثلاث تقع على مستقيم واحد هو تقاطع المستويين

∴ المستقيمان ا ح ، ا ط ، ح د ، ط ل تقع كلها في مستوى واحد وقد يتقاطع ح د ، ط ل

في نقطة ل

$$\therefore \frac{ل ح}{ل ا} = \frac{ل د}{ل ط} \times \frac{ط ا}{ط د} \quad (\text{نظرية ٨})$$

$$\text{لكن } \frac{ل ح}{ل ا} = \frac{\text{جيب قوس ح ه}}{\text{جيب قوس ه ا}} ، \frac{ل د}{ل ط} = \frac{\text{جيب قوس ح د}}{\text{جيب قوس د ر}} = \frac{ل ح}{ل ا}$$

$$\frac{ط ا}{ط د} = \frac{\text{جيب قوس د ب}}{\text{جيب قوس ب ا}} ، \text{ ومن ذلك ينتج المطلوب}$$

(١) سا ، د : وقع

(٢) سا : من حيث

(٣) سا ، د : ونقول

(٤) سا : ح ا

(٥) سا : د ا

(٦) ف ، د : أنا

(٧) سا : ب ح ، د ، ه ر

(٨) سا : [ح : ي]

(٩) ف : غير موجود

(١٠) سا : [ا : ر]

(١١) ف : فتكو

والرابع مؤافة من نسبة ح إلى ي أعنى أ إلى ب (١) الأول والثاني و: ي (٢) إلى ط
أعنى السادس والخامس (٣) وذلك ما أردنا أن نبين (٤) (***) «كا» ولنجعل (٥)

$$\begin{array}{cc|cc} & & ٢ & | & ب \\ & & د & | & ح \\ & & ز & | & ط \\ & & & | & ي \end{array}$$

مقدمة شكل (١٩)

د أ (٦) ، ب ح يلتقيان من جهة أعند ط ونتمم نصفى دائرتى ب د أ ك ، ب ر ه ك (٧)
ولا محالة أنهما يلتقيان على القطر دون ط لأن ط أ خارج عن قطعة دائرة ب د أ ولكنه
قد تبين بانشكل الذى قبل هذا أنه يجب أن يكون نسبة جيب ج ر الأول إلى
جيب رد الثانى مؤلفة من نسبة جيب ج ه الثالث إلى جيب ه أ (٩) الرابع ونسبة

(١) ب : غير موجود

(٣) سا : ونسبة - وفى د : ومن نسبة

(٤) ب : نقدم

(٣) سا ، د : إلى الخامس

(*) مقدمة لمقالة الثانية من نظرية (١٠) : إذا كان $\frac{ا}{ب} = \frac{ج}{د} \times \frac{ه}{ر}$

$$\text{يكون } \frac{ا}{ب} = \frac{ج}{د} \times \frac{ه}{ر}$$

البرهان : نفرض ثلاث قيم ج ، ط ، ي (مقدمة شكل ١٩) بحيث يكون

$$\frac{ا}{ب} \times \frac{ج}{ط} = \frac{ه}{ر} \times \frac{ط}{ي}$$

$$\text{أى أن } \frac{ا}{ب} = \frac{ه}{ر} ، \frac{ج}{ط} = \frac{ط}{د} ، \frac{ط}{ي} = \frac{ا}{ب}$$

$$\text{لكن } \frac{ج}{ط} \times \frac{ط}{ي} = \frac{ج}{ي} \therefore \frac{ا}{ب} \times \frac{ا}{ب} = \frac{ج}{د} \text{ وهو المطلوب}$$

(٥) ف ، سا ، د : فلنجعل

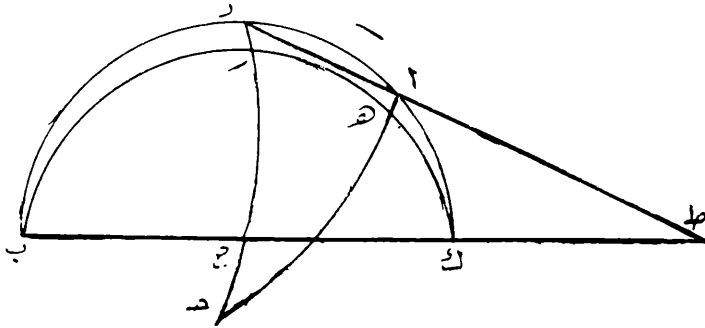
(٦) د : ه أ

(٧) سا : ب د أ ، ل ب ، ر ه ك

(٨) د : غير موجود

(٩) سا ، ه

جيب ك أ (١) الخامس أعني جيب أ ب لأن ك أ ب نصف دائرة إلى جيب ك د (٢) السادس أعني جيب دب لأن ك د ب (٣) نصف الدائرة فيلزم من ذلك أن تعبر نسبة جيب ج ه الثالث إلى جيب ه أ الرابع مؤلفة من نسبة



شكل (١٩)

جيب جر الأول إلى (٤) جيب رد الثاني ومن نسبة جيب ب د (٥) السادس إلى جيب ب أ (٦) الخامس وذلك ما أردنا أن نبين (٧) (*). «كب» وأما

(١) د : ل

(٢) د : ه ل

(٣) ف ، سا ، د : د ل ب

(٤) ب : ف

(٥) سا . ر د

(٦) سا : ب

(٧) [أن نبين] : غير موجود في ب

(٥) نظرية (١٠) الحالة الثانية إذا التقى د ا ، ب ح من ناحية ا ، ح (شكل ١٩)

البرهان : نفرض أن نقطة التلاقى هي ط ونكمل نصفى دائرتى ب د ا ل ، ب ر ه ل فتقع نقطة

ل على القطر ب ح ل

بتطبيق نظرية (١٠) على القطاع ح د ل ه نجد

$$\frac{\text{جيب قوس ح د}}{\text{جيب قوس ح ل}} = \frac{\text{جيب قوس ح ر}}{\text{جيب قوس ح ا}} \times \frac{\text{جيب قوس ل ا}}{\text{جيب قوس ل د}}$$

$$\text{لكن ل ا} = ا - ١٨٠ = ب ، \text{ ل د} = د - ١٨٠ = ب$$

$$\therefore \frac{\text{جيب قوس ل ا}}{\text{جيب قوس ل د}} = \frac{\text{جيب قوس ا ب}}{\text{جيب قوس ب د}}$$

بالتعويض ينتج أن $\frac{\text{جيب قوس ح ر}}{\text{جيب قوس ح ا}} = \frac{\text{جيب قوس ح د}}{\text{جيب قوس ح ل}} \times \frac{\text{جيب قوس ل ا}}{\text{جيب قوس ل د}}$ وهو المطلوب

إن وقع بحيث يكون موازيا لخط ب ح فإننا نقدم لبيانته مقدمة وهي (١) أنه إذا كانت (٢) نسبة أ : ب كنسبة ج : د وكانت نسبة هـ : ر نسبة المثل فإن نسبة أ : ب مؤلفة من نسبة ج : د ونسبة هـ : ر وليكن ح (٣) مثل ب فتكون نسبة أ : ح (٤)،

$$\begin{array}{c} | \text{ا} | \text{م} | \text{ع} | \text{د} | \text{ب} \\ | \text{هـ} | \text{ر} | \end{array}$$

شكل (٢٠)

ج : د واحدة ونسبة ح : ب (٥) هي نسبة هـ : ر ولأن نسبة أ : ب مؤلفة من نسبة أ : ح ، ح : ب فهي (٦) مؤلفة من نسبة ج : د ، هـ : ر فبين أن نسبة أ : ب هي مؤلفة من نسبتها ومن نسبة المثل وكل (٧) نسبة فهي مؤلفة من نسبة مثلها مع نسبة المثل (٨) (**). « كح » وإذا قد (٩) تبين هذا فتقول ليكن وتر أ د موازيا ل : ب ح ونتمم نصف دائرة ب أ عند طرف القطر لا محالة وهو ط ونخرج وترى

(١) سا ، د : وهو

(٢) سا ، د : كان

(٣) ف ، سا ، د : -

(٤) سا ، د : [ا : ح]

(٥) ف ، د : [ح : ب] وفي سا : [ح : ر]

(٦) ب : وهي

(٧) د : فكل

(٨) سا : الميل والله أعلم - وفي هـ : الميل

(٩) مقدمة الحالة الثالثة من نظرية (١٠) :

$$\text{إذا كانت } \frac{\text{ا}}{\text{د}} = \frac{\text{ب}}{\text{ر}} ، \quad \frac{\text{ا}}{\text{ر}} = ١ ، \quad \text{فإن } \frac{\text{ا}}{\text{د}} \times \frac{\text{ر}}{\text{ب}} = \frac{\text{ا}}{\text{ب}}$$

البرهان : نفرض أن ب = ح (شكل ٢٠)

$$\therefore \frac{\text{ا}}{\text{د}} = \frac{\text{ا}}{\text{ب}} ، \quad \frac{\text{ا}}{\text{ر}} = ١ = \frac{\text{ع}}{\text{ب}}$$

$$\therefore \frac{\text{ا}}{\text{ب}} = \frac{\text{ا}}{\text{ح}} \times \frac{\text{ح}}{\text{ب}} = \frac{\text{ا}}{\text{ب}} \times \frac{\text{ر}}{\text{ب}} = \frac{\text{ا}}{\text{ب}} \times \frac{\text{ر}}{\text{ب}} \text{ وهو المطلوب}$$

(٩) ب ، د : غير موجود

أ ج ، د ج ونخرج من د عمود د س (١) ونطلب المركز وهو ح ونصل (٢) ه ح فيقطع (٣) وتر أ ح (٤) على ل و : ح ر (٥) يقطع وتر (٦) د ح على ك ونصل ل ك (٧) ولأن قطرب ط وقوس ه رب وخط ح ه (٨) ونقطة ل في سطح واحد فيمكن أن نخرج في سطح ه رب ح (٩) من نقطة ل خطا (١٠) موازيا (١١) للقطر أعني لخط أ د ولا شك أنه يمكن في سطح أ د ح أن نخرج أيضا من نقطة ل خطا (١٢) موازيا (١٣) لخط أ د فأقول إنه خط ل ك وإلا فليكن الموازي الخارج (١٤) من ل غيره أما في سطح (١٥) ه رب فخط ل م إن أمكن وأما في سطح أ د ح (١٦) فخط ل ن (١٧) إن أمكن فكل واحد من خطي ل م ، ل ن مواز لخط د أ فهما متوازيان وقد التقيا عند ل (١٨) فهما متوازيان ملتقيان هذا خلف فليس إذن : د أ مواز (١٩) لإلال ك فقد خرج من الساقين في مثلث أ د ج خط مواز (٢٠) للقاعدة فنسبة ج ل (٢١) إلى ل ح أ مثل نسبة ج ك إلى ك د (٢٢) فنسبة جيب ج ه

-
- (١) د : س
(٢) ف ، سا ، د : فنصل
(٣) ف : يقطع
(٤) ف : أ ح
(٥) [فيقطع وتر أ ح على ل و : ح ر] : غير موجود في سا ، د
(٦) سا : غير موجود
(٧) د : ر ل
(٨) سا ، د : ح ه
(٩) د : ه رب ح
(١٠) سا ، د : غير موجود
(١١) سا : موازي - و في د : مواز
(١٢) سا ، د : غير موجود
(١٣) ف : خط مواز - و في سا ، د : مواز
(١٤) سا : غير موجود
(١٥) د : غير موجود
(١٦) سا : أ د
(١٧) د : ل ر
(١٨) ف ، سا : ل
(١٩) سا : موازي
(٢٠) سا : موازي
(٢١) د : ح ل
(٢٢) سا : ل ر

ونقول أيضا إنه قد تبين أن نسبة المركب من المفصل (١) والمفصل (٢) من المركب مثل أن نسبة جيب ج أ إلى جيب هـ أ مؤلفة من نسبة جيب ج د إلى جيب رد (٣)

اد ، طب قضية كاذبة وهي قوله يمكن أن يخرج في سطح هـ رب ح من نقطة ل خطا موازيا لخط طب ولا شك أنه يمكن في سطح ادح أن يخرج من نقطة ل خطا موازيا لخط اد وهذا غير ممكن ومحال لأن خط ا د فرض موازيا لخط طب فباخراجننا من نقطة ل خطا موازيا لأحدهما يلزم أن يوازي الآخر لأن الخطوط الموازية لخط واحد وليست جميعا في سطح واحد وهي متوازية كما في شكل ط من مقالة يا من كتاب الأصول فإن منا أن نخرج من تلك النقطة خطا ثانيا موازيا لأيهما كان فقد أخرجنا من نقطة واحدة خطين يوازيان خطا وهذا غير ممكن ومحال وهو أنتج المحال من استعماله غير المحال وتسلمه مالا إلا يمكن في الأصول الهندسية والبرهان على ذلك أنه إن لم يكن ل ك موازيا لـ : طب وهو ممه في سطح واحد فهو يلقاه و : طب موازيا لـ : اد ف : ل ك غير موازيا : اد وهو ممه أيضا في سطح واحد فهو يلقاه أيضا وإذا لقى ل ك خطي طب ، اد التوازيين كان ممهما في سطحهما كما تبين في شكل د من مقالة يا من الأصول وليس هو ممهما في سطحهما فإذاً هذا خلف وليس ل ك غير موازيا لـ : طب ف : ل ك إذن موازيا لـ : طب ف : طب موازيا لـ : اد ف : ل ك موازيا لكل واحد من خطي طب ، اد كما تبين في شكل ط من مقالة يامن الأصول]

(٥) نظرية (١٠) الحالة الثالثة إذا توازى ا د ، ب ح .

البرهان : نتم نصف الدائرة ب د ا ط (شكل ٢١) فيكون ب ط هو القطر ونصل الوترين ا ح ، د ح ومن نقطة د نسقط العمود د س على القطر ونصل ح هـ فيقطع ا ح في ل ونصل ح ر فيقطع د ج في ل ثم نصل ل ل

∴ السطح ب هـ ح يحتوي على نقطة ل وعلى القطر ب ط إذن يمكننا أن نرسم في هذا السطح من نقطة ل خطا موازيا للقطر أى موازيا للخط ا د

ومن فاحية أخرى حيث أن ا د يقع في المستوى هـ ا د ونقطة ل تقع على الخط ا ح أى في نفس المستوى إذن يمكن رسم خط من نقطة ل في هذا المستوى موازيا للخط ا د ∴ فالخطان المرسومان من ل ينطبقان وهما خط ل ل

في المثلث ا د ح : ل ل يوازي ا د

$$\therefore \frac{ل ا}{ل د} = \frac{ل ح}{ل ر} \quad \cdot \quad \frac{\text{جيب قوس ح هـ}}{\text{جيب قوس هـ ا}} = \frac{\text{جيب قوس ح ر}}{\text{جيب قوس ر د}}$$

لكن ا د يوازي ب ح ∴ العمودان الساقطان عليه من ا ، د متساويان
لكن العمود الساقط عليه من نقطة ا هو جيب قوس ا ب والعمود الساقط عليه من نقطة د هو جيب قوس د ب

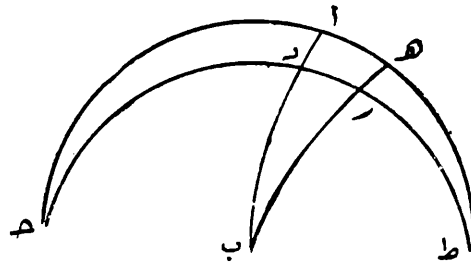
$$\therefore \frac{\text{جيب قوس ب د}}{\text{جيب قوس ا ب}} = ١$$

$$\therefore \frac{\text{جيب قوس ح هـ}}{\text{جيب قوس هـ ا}} = \frac{\text{جيب قوس ح ر}}{\text{جيب قوس ر د}} \times \frac{\text{جيب قوس ا ب}}{\text{جيب قوس ب د}} \quad \cdot \quad \text{وهو المطلوب}$$

(١) ف ، سا ، د : المفصلة

(٢) ف ، سا ، د : المفصلة (٣) ف : ر ح

ومن (١) نسبة جيب ب ر إلى جيب ب ه (٢) ولتتم نصف دائرة ج أ ، ج د ويلتزمان على ط لكنه (٣) قد تبين لنا أن نسبة جيب قوس ط أ أعني ج أ الأول



شكل (٢٢)

إلى جيب قوس أ ه الثاني (٤) مؤلفة من نسبة جيب ط د أعني ج د اثنان إلى جيب ر د وجيب ب ر إلى جيب ب ه (٥) وأنت تعلم أن جيب ط أ ، أ ج واحد وجيب ط د ، د ج واحد بما قلنا مرارا وذلك ما أردنا أن نبين (**). «كه» وانجعل هذا أصلا لما نريد أن نبيّنه (٦) من أمور القسي ولتتعرف الطريقة في استخراج

(١) سا ، د : و

(٢) سا : ر ه

(٣) سا : لكن

(٤) سا ، د : غير موجود

(٥) سا ، د : ر ه

(**) نظرية (١١) : في الشكل القطاع الكرى (شكل ٢٢) .

$$\frac{\text{جا ح ر}}{\text{جا ه ر}} \times \frac{\text{جا ح د}}{\text{جا ر د}} = \frac{\text{جا ح ا}}{\text{جا ه ا}}$$

البرهان : تكمل نصف دائرة ا ط ، ه د ط
في الشكل القطاع ط ه و د :

$$\text{جا ط ا} = \text{جا ح ا} ، \text{جا ط د} = \text{جا ح د} \quad (\text{لأن ط ا} = ١٨٠ - \text{ط د})$$

لكن $\text{جا ط ا} = ١$ ، $\text{جا ح ا} = ١$ ، $\text{جا ط د} = \text{جا ح د}$ (لأن ط ا = ١٨٠ - ط د ،
ط د = ١٨٠ - ط د)

$$\therefore \frac{\text{جا ح ر}}{\text{جا ه ر}} \times \frac{\text{جا ح د}}{\text{جا ر د}} = \frac{\text{جا ح ا}}{\text{جا ه ا}}$$

وهو المطلوب

(٦) سا ، د : نبيّنه .

ميل درجة درجة وهو نسبة القوس التي تفرزها (١) الدرجة ومعدل النهار من الدائرة المارة بقطبي (٢) معدل النهار والدرجة فلتكن الدائرة المارة بالأقطاب الأربعة دائرة أ ب ج د ، أ ه ج (٣) نصف دائرة معدل النهار و : د ه ب (٤) نصف دائرة البروج و : ه النقطة الربيعية فتكون ب (٥) الشتوية (٦) و : د (٧) الصيفية وليكن ه ح جزءاً أو أجزاء معلومة مثلاً برجاً واحداً ثلاثين جزءاً و : ر قطب معدل النهار ونجيز قوس ر ح ط فيكون ح ط ميل (٨) ح ه (٩) فلتتعرف قدره فلأن قوسى أ ب ر ، أ ط ه وقع بينهما قوساً ر ح ط ، ه ح ب (١٠) متقاطعتان (١١) على ح (١٢) فنسبة جيب ر أ (١٣) إلى جيب ب أ مؤلفة من نسبة جيب ر ط (١٤) إلى جيب ط ح (١٥) وجيب ه ح (١٦) إلى جيب ب ه (١٧) ولكن جيب أ ر (١٨) الربع (١٩) الأول معلوم وهو جيب تسعين وجيب ب أ معلوم وهو جيب الميل كله وإنما يمكنك أن تعلم الجيب لأنك علمت (٢٠) الأوتار فإذا (٢١) أخذت

(١) ف : تفرزها - وفى سا : بقرها

(٢) سا : نقطى

(٣) سا : [و : أ ه]

(٤) سا : [و : د ب]

(٥) ب : غير موجود

(٦) ب : الشتوية د

(٧) ب : ب

(٨) ف ، سا : مثل

(٩) ف ، سا ، د : ه

(١٠) سا : ه ح ر

(١١) ب ، سا ، د : متقاطعتين .

(١٢) د : ه

(١٣) سا ، د : ر ب

(١٤) سا : ب ط

(١٥) د : ه ط

(١٦) ه : ه ط

(١٧) سا ، د : ه ر

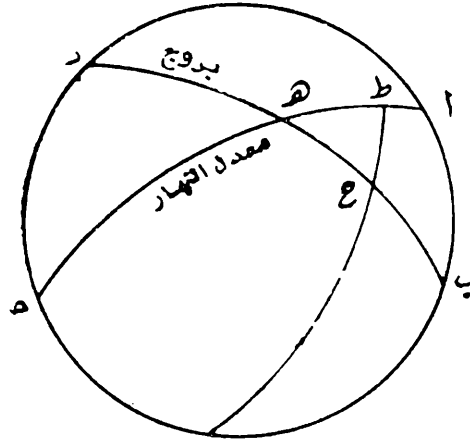
(١٨) سا ، د : ر ب

(١٩) د : غير موجود

(٢٠) ب ، سا ، د : قد علمت

(٢١) سا : وإذا .

أى القوسين شئت وما جرى (١) مجراه وضعفته وأخذت وتر ضعفه إما بالأصول التى عرفتها وإما من الجدول ثم نصفته كان جيب القوس (٢) فإذا ألقينا (٣) من نسبتها نسبة جيب ه ح إلى جيب (٤) ه ب المعلومين (٥) وهو نسبة جيب ثلاثين جزءا (٦) إلى جيب ربع الدائرة وذلك معلوم يبقى الباقي نسبة جيب رط إلى



شكل (٢٣)

جيب ط ح لكن نسبة الباقي معلومة لأن كل نسبة معلومة تطرح (٧) من (٨) نسبة معلومة فإن الباقي (٩) يبقى نسبة معلومة (١٠) وجيب رط معلوم (١١) فجيب

(١) سا : وما يجرى

(٢) [وإنما يمكنك أن تعلم الجيب لأنك (قد) علمت الأوتار فإذا أخذت أى القوسين شئت وما جرى مجراه وضعفته وأخذت وتر ضعفه إما بالأصول التى عرفتها وإما من الجدول ثم نصفته كان جيب القوس] : فى هامش ب ، ف

(٣) [فإذا ألقينا] : غير موجود فى سا ، د

(٤) سا ، د : غير موجود

(٥) ب : المعلومتين

(٦) ف : جزء

(٧) ف ، سا ، د : تنقص

(٨) ف ، سا ، د : عنها

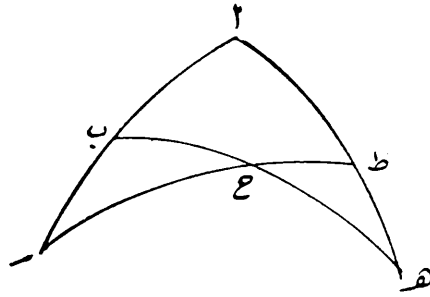
(٩) ف : البا

(١٠) (تطرح من نسبة معلومة فإن الباقي يبقى نسبة معلومة) : فى هامش ب - وفى هامش ف :

[تنقص عنها نسبة معلومة فإن الباقي يبقى نسبة معلومة]

(١١) سا ، د : معلومة

ط ح معلوم (١) ف : ط ح (٧) معلوم (*) والوجه السهل في إلقاء (٣) النسبة من النسبة
أن يطلب لأكبر (٤) عددي النسبة أو أقلهما ما تكون نسبته إليه (٥) كإحدى



شكل (٢٤)

النسبتين اللتين منهما ألفت (٦) فنجد إذن (٧) عددا ثالثا ثم ننظر ما نسبة ذلك
العدد الثالث إلى العدد الثاني (٨) من العددين الأولين الذي لم يزد (٩) عليه ولم

(١) سا : معلومة

(٢) سا : [و : ط ح]

(٥) استخراج ميل درجات البروج : Declination of Ecliptic Points

ففرض ا ه - معدل النهار Equator (شكل ٢٣) ، د ه ح دائرة البروج Ecliptic

فإذ كانت ح نقطة على دائرة البروج فالمطلوب تعيين مقدار ميلها عن معدل النهار

الطريقة : نفرض أن ر قطب معدل النهار ونصل القوس ر ح ليقابل معدل النهار في نقطة ط

فيكون ط ح هو الميل المطلوب

الأقواس الأربعة العظمى ا ه ، ا ر ، ه ب ، ر ط تكون شكلا قطاعا كرويا (شكل ٢٤)

$$\therefore \frac{\text{ح ا ر ا}}{\text{ح ا ب ا}} = \frac{\text{ح ا ر ط}}{\text{ح ا ط ح}} \times \frac{\text{ح ا ه ح}}{\text{ح ا ب ه}} \quad (\text{نظرية ١١})$$

لكن ر ا = ٩٠° ، ا ب ا = الميل كله = الزاوية بين معدل النهار والبروج Obliquity

of Ecliptic ه ح = طول الدرجة في Longitude ، ا ب د = ٩٠° ، ر ط = ٩٠°

∴ يمكن معرفة ط ح وهو المطلوب

(٣) سا ، د : طرح

(٤) سا ، د : لأكثر

(٥) ف : مشطوب - وفي سا ، د : غير موجود

(٦) سا : اللفت

(٧) سا ، د : فيحددان

(٨) سا : التالي

(٩) سا : تزد

ينقص (١) منه ولا نسبت (٢) إليه بل إلى (٣) الآخر فما كانت نسبتها فنسبة المجهولين نسبة (٤) ذلك . وقد خرج لنا ح ط بهذا الطاب (يام) (٥) وخرج (٦) لبرجين (٧) (ك ل ط) (٨) وقد حسب بطليموس على هذا الأصل الدرجة درجة ثم رسم جداول وأثبت فيها ميل درجة درجة (٩) واحدة (١٠) في (١١) صفين طولاً بين (١٢) كل واحد منها مقسوم في الطول (مه) (١٣) قسمة ليستغرق ربع الدائرة وأضاف إلى كل صف في العرض أربعة صفوف صف (١٤) فيه عدد الأجزاء وصف فيه ما يخصها من الدرج وصف من الدقائق وصف من الثواني فكان ذلك لوحان (١٥)

فصل (١٦)

في المطالع حيث الكرة منتصبة

فاما (١٧) فرغ بطليموس (١٨) من أمر (١٩) أجزاء (٢٠) الميل انتقل إلى

(١) سا : تزد (٢) سا : نسب

(٣) سا بين السطرين

(٤) ف : مشطوبة - وفي سا ، د : غير موجودة

(٥) يا م = ٤٠ ١١ وهو ميل ح إذا كان طولها ٣٠ أى كان ه ح (شكل ٢٣)

يمثل برجاً كاملاً

(٦) د : خرج له (٧) ف : لإبرخس

(٨) ل ل ط = ٣٩ ٢٠ وهو ميل نقطة ج إذا كان طولها ٦٠ أى إذا كان طولها يمثل

برجين كاملين - وفي سا ، د : ل ل ط

(٩) (ثم رسم جداول وأثبت فيها ميل درجة) : غير موجود في سا ، د

(١٠) ب ، د : غير موجود

(١١) د : هل

(١٢) ف : بين

(١٣) مه = ٤٥ - وفي سا ، د : مرة

(١٤) سا ، د : غير موجود

(١٥) ب : غير اضح - وفي ف : أوحين - وفي سا : لوحين

(١٦) سا ، د : غير موجود

(١٧) ب : ولما

(١٨) سا ، د : غير موجود

(١٩) سا ، د : أخذ

(٢٠) د : حتى

تعرف المطالع في الكرة المنتصبة والكرة إنما تكون منتصبة حيث (١) يكون قطبها على الأفق ومنطقتها على سمت الرأس (٢) لا يميل (٣) وإنما تكون كرة (٤) الحركة الأولى منتصبة على خط الاستواء من الأرض حيث يكون قطبها معدل النهار على أفقه والمطالع هي أجزاء من معدل النهار (٥) تطلع مع أجزاء البروج وحيث الكرة منتصبة فلن درج مطالع البروج (٦) ودرج جواز (٧) دائرة نصف النهار متساوية لا اختلاف فيها لأن الحركة على قطبي المعدل فحيث (٨) القطبان على الأفق فسمت الرأس حيث تقاطع معدل النهار ودائرة (٩) نصف النهار وأما حيث الكرة مائلة فيختلف ذلك لأن الحركة ليست على قطبي سمت الرأس ولما كانت حركة الكل على قطبي معدل النهار فحركات أجزائه في الأزمنة سواء سواء فيجب أن يكون التقدير لسائر الحركات بأزمانها ولما جعلت الدورة الواحدة منه يوما بليته فإذا علمت الدرج (١٠) التي تطلع وتغرب من المعدل مع (١١) المائل (١٢) عرفت (١٣) أن كل جزء وكل أجزاء من البروج في كم زمان تطلع إذ الزمان مقدر باليوم واللييلة وبأجزائها فليكن الآن الشكل المرسوم يميل (١٤) على هيئته فمن البين أن الذي يجب أن يؤخذ من (١٥) أجزاء معدل النهار مع (١٦) أجزاء المائل (١٧) ما لو توهمت الأجزاء التي يجوزها قطع الأفق للبروج أو (١٨) قطع دائرة تخرج في هذا الأقليم من قطب المعدل

(٢) ب : الرأس

(١) سا : غير موجود

(٣) سا : لا يميل

(٤) سا : غير موجود

(٥) (هل أفقه والمطالع هي أجزاء من معدل النهار) في هامش ب ، ف

(٦) ب ، ف ، د : الطلوع

(٧) سا : حوار

(٨) سا ، د : بحيث

(٩) ف ، د : دائرة

(١٠) د : الدرجة

(١١) سا : من

(١٢) ف ، د : الميل

(١٣) ب ، د : عرف

(١٤) ف ، د : الميل - وفي سا : الميل

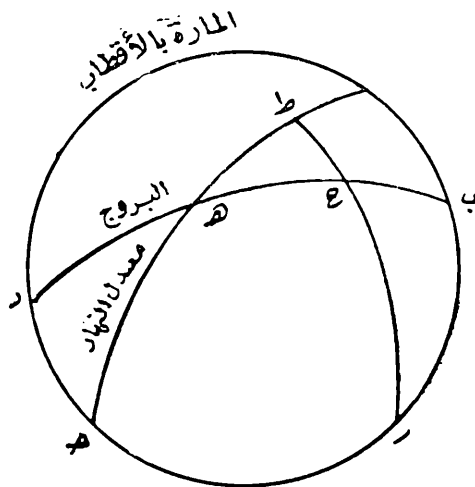
(١٥) سا : في

(١٦) د : ومع

(١٧) ف ، سا ، د : الميل

(١٨) سا ، د ، و

وتمر بالمدرجة الطالعة إلى معدل النهار فيكون (١) ما بينها هو المطالع (٢) كأنك لو توجهت حركة كرة (٣) معدل النهار ساكنة وتحرك عليها دائرة الأفق إلى أن تصير نصف (٤) النهار وتصير دائرة الأفق ثانيا (٥) أقررت في اتصال حركتها ما بين موضعها من المشرق وموضعها من المغرب (٦) طالعا ذلك القدر وهذا (٧) الذي توجهناه متحركا (٨) هو القوس الخارج (٩) من قطب معدل النهار إلى الدرجة لا محالة ثم إلى المعدل (١٠) فإنه هو الذي يكون إذا تحرك خط نصف النهار وسائر الخطوط التي ترسم بهذه الحركة الموهومة كلها واحدا بالقوة في خط الاستواء ومختلفة بالإضافة فيجب (١١) إذن (١٢) أن يكون مطلوبنا في هذا الشكل هو خط ه ط فلأن (١٣)



منشکل (۶۵)

نسبة جيب ر ب إلى جيب ب أ مؤلفة من نسبة جيب ^(١٤) ر ح إلى جيب ح ط

- (١) ب : فى الهامش
(٢) سا ، د : الطالع
(٣) ف : مشطوبة ومكتوبة بين السطرين قبل كلمة [حركة] - وفى د : [كرة حركة] بدلا من [حركة كرة]
(٤) سا ، د : دائرة نصف
(٥) ب ، ف : غير واضح
(٦) [من المغرب] : غير موجود فى ب ، سا ، د
(٧) سا : وهو
(٨) د : محرکا
(٩) ف : الخارجة
(١٠) د : معدل - وفى ب : معدل النهار
(١١) سا : ويجب
(١٢) سا : أيضا
(١٣) ب : ولأن
(١٤) ف : فى الهامش

المعلمين لأن ح ط كان علم ، ر ط ربع ف : رح معلوم فجيباهما معلومان ومن نسبة جيب ه ط المجهول إلى جيب ه أ وهو معلوم فجيب ه ط معلوم (*) وقد خرج بالحساب (كرن) (١) والبرجين (٢) (نرمد) (٣) وبقى (٤) باقي الربع للبرج (٥) الثالث وهو (لب يو) (٦) وقد رسم في الجدول لعشر أجزاء عشرة أجزاء (٧) على الترتيب من الحمل .

وتمت المقالة الأولى من المجسطي والحمد لله حمد الشاكرين (٨) .

(٥) تعيين مطالع البروج Right ascension of ecliptic points

نفرض Γ ه - معدل النهار ، د ه ب دائرة البروج (شكل ٢٥) فإذا كانت نقطة ح إحدى نقط البروج فالمطلوب تعيين مطالعها
الطريقة : نفرض ر قطب معدل النهار ونصل القوس ر ح ليلاق معدل النهار في نقطة ط فيكون
و ط هو المطلع المطلوب إيجاد
في الشكل القطاع الكرى Γ ر ح ه :

$$\text{(نظرية ١٠)} \quad \frac{\text{ح أ ه ط}}{\Gamma \text{ ح ه}} \times \frac{\text{ح أ ر ح}}{\text{ح أ ط}} = \frac{\text{ح أ ر ب}}{\Gamma \text{ ح ب}}$$

لكن ر ب = ٩٠ - الميل كله ، Γ ب = الميل كله ، ر ح = ٩٠ - ميل النقطة ح ،

ح ط = ميل النقطة ح وقد عرفناه مما سبق ، ه Γ = ٩٠

∴ يمكن تعيين ه ط وهو المطلوب

(١) كرن = ٥٠° ٢٧' وهو مطلع برج واحد - وفي د : كط ن - وفي سا : لب ط ر -

وفي ف : ك ر ب وفي الهامش لب ط ر

(٢) ف ، سا ، د : وللبرجين

(٣) نرمد = ٤٤° ٥٧' وهو مطلع برجين - وفي ف : نرمد - وفي سا : طه نرمد -

وفي د : ط نرمد

(٤) د : وبقى

(٥) سا : للبرج

(٦) لب يو = ١٦° ٣٢' وهو ما بقي للبرج الثالث لأن مطلع برجين ٤٤° ٥٧' ومطلع

ثلاث بروج هو ٩٠° والفرق بينهما ١٦° ٣٢'

(٧) [عشرة أجزاء] : غير موجود في د

(٨) [وتمت المقالة الأولى من المجسطي والحمد لله حمد الشاكرين] : غير موجود في ب -

وفي سا [تمت مقاله الأولى من المجسطي ولواهب العقل الحمد بلا نهاية سبحانه] - وفي د : [تمت

المقالة الأولى من المجسطي والحمد لله رب العالمين]

المقالة الثانية

في جملة وضع المسكون من الأرض
وذكر أغراض المقالة

المقالة الثانية (١)

في جملة وضع المسكون من الأرض وذكر

أغراض (٢) المقالة (٣)

قال (٤) إن الأرض تنقسم بخط الاستواء بموازاة معدل النهار وخط من الخطوط المارة بقطبي (٥) معدل النهار أرباعاً ربعان جنوبيان وربعان شماليان فالمسكون هو الربع (٦) الشمالي (٧) بالتقريب والمسافة الآخذة (٨) من خط الاستواء إلى القطب تسمى عرضاً والتي تأخذ من المشرق إلى المغرب تسمى طولاً والعلة التي حكمنا بها أن المعمورة هو (٩) الربع الشمالي أما من جهة العرض فلأننا لم نجد شيئاً من المساكن تقع (١٠) أطلال مقاييسه إلى الجنوب عند الاستوائين في أنصاف النهار وأقول عسى أن يكون هو أو غيره وجد ذلك بعد هذا الوقت الذي لم تجده فيه وأما من جهة الطول فلأننا لم نجد الكسوفات القمرية (١١) تتقدم وتتأخر في جميع المعمورة بأكثر من اثني عشرة (١٢) ساعة فهذا هو النظر الكلي وأما النظر الجزئي فهو في مسكن مسكن (١٣) بحسب عرضه ووقوعه تحت دائرة ما من الموازية لمعدل النهار معلومة (١٤) بارتفاع

(١) سا : المقالة الثانية من كتاب المجسطى - وفي د : [المقالة الثانية] غير موجود

(٢) ف : أغراض

(٣) [في جملة وضع المسكون من الأرض وذكر أغراض المقالة] : غير موجود في سا : د

(٤) د : فقال

(٥) سا : نقطتي

(٦) ب ، سا ، د : ربع

(٧) سا ، د : شمالي

(٨) د : الآخرة

(٩) [المعمورة هو] : في هامش سا

(١٠) سا : تقطع

(١١) سا ، د : للقمر

(١٢) ب ، سا : اثني عشر

(١٣) د : غير موجود

(١٤) د : معلوم .

القطب واستخراج ارتفاع القطب برصد غاية ارتفاع كوكب من الظاهرة أبدا
وغاية انحطاطه وتنصف الفضل (١) بينها وزيادة النصف على غاية الانحطاط
أو نقصانه من غاية الارتفاع (٢) أو باستخراج جزء معدل النهار في الآلة المذكورة
ومعرفة ما بينه وبين تسعين (٣) فهو (٤) ميل (٥) ارتفاع القطب وإذا (٦)
علم ذلك وأوضحه طلب أمورا خمسة أحوال مسامتة الشمس الرأس مرة أو مرتين
أو لامسامته (٧) البتة وأحوال نسب (٨) الأطلال إلى المقاييس في أنصاف نهار
الانقلابين (٩) والاستوائين وأحوال نسب (١٠) الأيام القصار إلى المعتدلة (١١) وأنواع تفاوتها
ثم (١٢) معرفة المطالع ثم لوازم الزاوية الواقعة بين (١٣) القسي من الدوائر العظام
ونسبتها فابتدأ ووضع أصلا نتعرف (١٤) به من الميل (١٥) ومن (١٦) مقدار أطول
ما يكون النهار في الأقاليم الماثلة عن خط الاستواء فإن خط الاستواء لا يختلف فيه
الأيام والليالي بل يتساوى الليل والنهار فيه أبدا .

فصل

في معرفة سعة المشرق (١٧)

مقادير القسي الواقعة في دائرة الأفق بين المعدل وبين مشارق الأجزاء وتسمى (١٨)

(١) سا : الليل

(٢) [وزيادة النصف على غاية الانحطاط أو نقصانه من غاية الارتفاع] : غير موجود

في سا ، د

(٣) د : تسعين

(٤) سا : غير موجود

(٥) ف : مثل

(٦) د : وإذا

(٧) ب : لامسامتها .

(٨) د : نسيب .

(٩) سا ، د : المنقلين .

(١٠) د : نسيب .

(١١) ف ، سا ، د : المعتدل .

(١٢) د : غير موجود .

(١٣) سا : في .

(١٤) سا : يتعرف .

(١٥) [من الميل] : غير موجود في سا ، د .

(١٦) سا ، د : من .

(١٧) [في معرفة سعة المشرق] : في هامش ف - وفي سا ، د : [فصل في معرفة سعة المشرق]

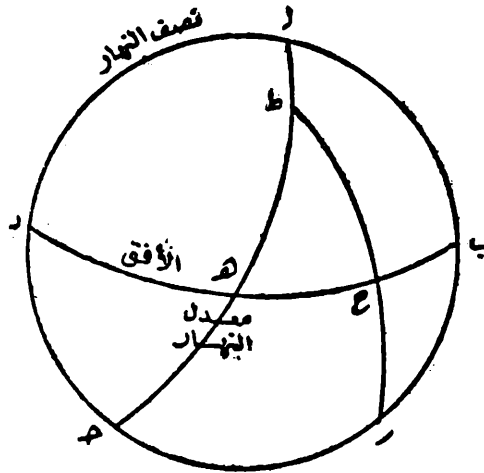
غير موجود .

(١٨) ف : ويسمى .

قسمى سعة المشرق (١) (*) ، ثم (٢) رسم (٣) شكلا على أنه بجزيرة (٤) رودس حيث ارتفاع القطب (لو) (٥) وأطول النهار (يد) (٦) ساعة ونصف وجعل أب ج د دائرة نصف النهار ونصف الأفق ب ه د (٧) ونصف معدل النهار أ ه ج والقطب الجنوبي ر ، ح المنقلب الشئى ربع ط ح ر المخرج من قطب ر وانغرض معرفة (٨) ه ح وهو سعة المشرق ولأن الدور على قطب ر الذى هو لمعدل النهار ف : ط ، ح يصيران على دائرة أ ب التى هى (٩) لنصف النهار فى زمان يحده ط أ من معدل النهار لا محالة وإذا ابتدأت من وسط السماء تحت الأرض فوافت درجة (١٠) المشرق حد زمانها قوس مساوية ل : ط ح لا محالة ولهذا فزمان النهار ضعف زمان ط أ وزمان الليل ضعف زمان ط ح (١١) لأن دائرة نصف النهار تقطع القسى العالية والسافلة كلها بنصفين وقوس (١٢) ه ط (١٣) وهو نصف الاختلاف بينهما معلومة (١٤) وتكون هاهنا ساعة استوائية وربعا فيكون إذن أزمانها (١٥) معلومة لأن الساعات (كد) (١٦) والأجزاء (شس) (١٧) يكون قسط كل ساعة (يه) (١٨)

- (١) [مقادير القسى الواقعة فى دائرة الأفق وبين المعدل وبين مشارق الأجزاء وتسمى قسى سعة المشرق] : وردت فى ب قبل بداية الفصل .
- (*) سعة المشرق هى ٩٠ - Azimuth أو Azimuth - ٩٠ .
- (٢) سا : غير موجود .
- (٣) ف : فرسم - وفى سا ، د : ورسم .
- (٤) د : لجزيرة .
- (٥) ٣٦° .
- (٦) ١٤ ساعة .
- (٧) د : ب ه و .
- (٨) ف : والعرض .
- (٩) د : غير موجود .
- (١٠) سا ، د : الدرجة .
- (١١) د : ط د .
- (١٢) سا ، د : فقوس .
- (١٣) سا : ط .
- (١٤) سا ، د : معلوم .
- (١٥) سا : زمانها .
- (١٦) ٢٤ ساعة .
- (١٧) ٣٦٠° .
- (١٨) ١٠° .

فيكون هـ هنا ثمانية (١) عشرة زماناً (٢) و: (مه) (٣) دقيقة و: ط أ زمان (٤) نصف (٥) النهار معلوم ونسبة جيب هـ إلى جيب ط أ مؤلفة من نسبة جيب



شكل (٢٦)

هـ ب (٦) إلى جيب ح ب ومن نسبة جيب (٧) ر ح إلى جيب ر ط فيعلم ب ح ، ح هـ (٨) (*) ولنتبين (٩) أيضا أنه إذا كان الميل (١٠) وقوس الأفق

- (١) ف : غير واضح . (٢) سا : جزأ . (٣) ٤٥ دقيقة .
 (٤) سا ، د : نصف - وفي ف : مشطوب ومكتوب في الهامش باعتباره بعد كلمة (نصف) .
 (٥) سا ، د : زمان . (٦) سا : هـ ر - وفي د : هـ ح جزءاً .
 (٧) [هـ ب إلى جيب ح ب ومن نسبة جيب] : في هامش ب .
 (٨) سا ، د : ح هـ .
 (٩) تعيين سعة المشرق لنقطة معلومة الميل : أخذ بطليموس في هذا الشأن مكاناً معين هو جزيرة رودس ونقطة معينة في السماء هي التي تحمل فيها الشمس عند الانقلاب الشتوي . ولكن الطريقة واحدة لتعيين سعة مشرق أى نقطة أخرى على البروج .
 فلنفرض ب د الأفق (شكل ٢٦) ، ا ح معدل النهار ونقطة تقاطعها هـ . ولتكن ح هي النقطة المعلومة الميل واقعة على الأفق والمطلوب إيجاد قيمة هـ ح .
 ففرض أن ر القطب الجنوبي ونصل القوس ر ح ليلاقي معدل النهار في نقطة ط فيكون ر ح = ٩٠ - الميل وفي الشكل القطاع ا ح هـ ر :

$$\frac{\text{جا هـ ا}}{\text{حا ط ا}} = \frac{\text{جا هـ ب}}{\text{حا ح ب}} \times \frac{\text{حا ر ط}}{\text{حا ر ح}} \quad (\text{نظرية ١١})$$

- لكن هـ ا = ٩٠ ، ط ا = زمان نصف النهار لنقطة ح = نصف الوقت الذي تقضيه ح فوق الأفق ، هـ ب = ٩٠ ، ر ح = ٩٠ - الميل ، ر ط = ٩٠ .
 ∴ يمكن تعيين ح ب ومن ذلك نجد سعة المشرق ح هـ = ٩٠ - ح ب وهو المطلوب .
 (٩) سا : د : ولنتبين .
 (١٠) ب : مقدار النهار - وفي ف : [مقدار النهار] مشطوب ومكتوب في الهامش [الميل] .

معلومين (١) لنا أن ارتفاع القطب وانخفاضه وبالجملة بعده من الأفق يكون (٢) معلوما ولنطلب ب ر من هذه الصورة بعينها لأنها (٣) ما بين (٤) القطب والأفق فلأن نسبة جيب ه ط إلى جيب ط أ (٥) مؤلفة من نسبة جيب (٦) ه ح إلى جيب ح ب (٧) ومن نسبة جيب رب (٨) إلى جيب رأ فيكون (٩) ، جميع (١٠) ذلك خلا (١١) ب ر معلوما (١٢) يبقى رب معلوما (*) فإن كان المعلوم قوس رب وأردنا معرفة اختلاف ما بين النهار الأطول والأقصر وهو ضعف التفاوت مع النهار المعتدل وذلك هو ضعف (١٣) قوس ه ط فنعرف (١٤) ذلك لأن نسبة

(١) د : معلوما .

(٢) [معلومين لنا أن ارتفاع القطب وانخفاضه وبالجملة بعده من الأفق يكون] : غير موجود

في سا .

(٣) سا ، د : لأنه .

(٤) ف ، سا ، د : يماس .

(٥) د : ط ل .

(٦) د : غير موجود .

(٧) سا : ح ب .

(٨) د : ا ب .

(٩) ف ، سا ، د : ويكون .

(١٠) ف : غير موجود .

(١١) ف : ح لا .

(١٢) د : معلوم .

(٥) تعيين بعد القطب عن الأفق: إذا عرفنا مقدار النهار وسعة المشرق يمكن إيجاد بعد القطب من

الأفق . نفرض ب د الأفق ، ا معدل النهار (شكل ٢٦) ولتكن ح نقطة على الأفق معلوم سعة مشرقها

ه ح حيث ه نقطة تقاطع د مع ا . ولنفرض أن ر القطب ونصل القوس ر ح ليقطع معدل النهار

في نقطة ط فيكون ا ط نصف مقدار النهار والمطلوب إيجاد ب ر بعد القطب عن الأفق .

في الشكل القطاع ا ه ح ر :

$$\frac{ا ه ط}{ح ا ط} = \frac{جا ه ج}{ح ا ح ب} \times \frac{جا ر ب}{ح ا ر ب} \quad (\text{نظرية ١٠})$$

لكن ه ط = ٩٠ - ط ا = ٩٠ - نصف مقدار النهار ، ط ا = نصف مقدار النهار ،

ه ح = سعة المشرق ، ح ب = ٩٠ - ه ح ، ر ا = ٩٠ .

∴ يمكن تعيين ر ب وهو المطلوب .

(١٣) د : ضعيف - وفي سا : غير موجود .

(١٤) سا : فيعرف .

جيب قوس رب إلى جيب قوس بـ أ مؤلفة من نسبة جيبه رج (١) إلى جيب ح ط ومن نسبة (٢) جيب (٣) ط هـ إلى جيب هـ أ (٤) فيصير ضعف جيب هـ ط معلوماً على ما علم ** وأيضاً قوس هـ ح يمكن أن يعلم من قوس بعد القطب إذا (٥) كان سائر ذلك معلوماً لأن نسبة جيب رأ إلى جيب أب مؤلفة من نسبة (٦) جيب ر ط وهو تسعون (٧) إلى جيب ط ح الميل ومن نسبة جيب (٨) هـ ح إلى جيب هـ ب المعلومة *** وسواء كان المعلوم ميلاً جنوبياً أو شمالياً أو كان (٩) الميل أو ميل درجة فالأمور (١٠) بحالها . قال ومن هذه الأشياء يتبين أن الأجزاء المتساوية البعد من الانقلابين

(١) سا : غير واضح .

(٢) [ومن نسبة] : غير موجود في سا ، د .

(٣) سا ، د : وجيب . (٤) سا : غير موجود .

(**) تعيين الفرق بين أطول وأقصر نهار :

من المعلوم أن الفرق بين النهار المعتدل (١٢ ساعة) وبين أطول نهار = الفرق بينه وبين

أقصر نهار .

∴ الفرق بين أطول وأقصر نهار = ضعف الفرق بين النهار المعتدل وبين أقصر نهار .

في شكل (٢٦) القوس هـ أ يمثل النهار المعتدل ، والقوس ط أ يمثل أقصر نهار إذا كانت ح هي

المنقلب الشتوى .

∴ الفرق بين أطول وأقصر نهار = ضعف (هـ أ - ط أ) = ٢ هـ ط .

في الشكل القطاع هـ ح ر : $\frac{\text{ح ر ب}}{\text{ح أ ب}} = \frac{\text{ح أ ر ج}}{\text{ج أ ح ط}} \times \frac{\text{ح أ ط هـ}}{\text{ح أ هـ أ}} \quad (\text{نظرية ١٠})$

حيث ر ب = بعد القطب عن الأفق ، ب أ = ٩٠ - ر ج ، ر ح = ٩٠ - ميل

النقطة ح ، ح ط = ميل النقطة ح ، هـ أ = ٩٠ .

∴ يمكن معرفة هـ ط ومن ذلك نعلم ٢ هـ ط وهو المطلوب .

(٥) سا ، د : وإذ . (٦) سا : غير موجود .

(٧) د : تستعين .

(٨) د : غير موجود .

(***) تعيين سعة المشرق إذا عرفنا الميل وبعد القطب عن الأفق .

في الشكل القطاع هـ ح ر (شكل ٢٦) :

(نظرية ١١) $\frac{\text{ح أ ر ب}}{\text{ح أ ب أ}} = \frac{\text{ح أ ن ط}}{\text{ج أ ح ط}} \times \frac{\text{ج أ هـ ب}}{\text{ج أ ب هـ}}$

لكن ر أ = ٩٠ ، ب أ = ٩٠ - بعد القطب عن الأفق ، ر ط = ٩٠ ، ط ح =

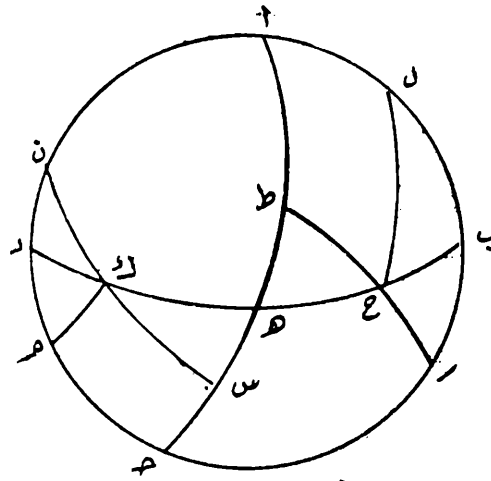
ميل نقطة ح ، هـ ب = ٩٠ .

∴ يمكن معرفة هـ ح سعة المشرق وهو المطلوب .

(٩) ب ، ف : غير واضح - وفي ب ، د : وكل .

(١٠) ب : والأمور

ميلها واحد وقوس أفقها واحد (١) ونهارها واحد ومطالعها واحدة وأن الأجزاء التي تأخذ من النقطة الاستوائية تبادل أحوالها أحوال الأجزاء التي تأخذ من النقطة الأخرى فيكون ما نقص هذا في الأيام والليالي يزيد (٢) ذلك وبالعكس فليكن (٣) في هذه الصورة بعينها نقطة ك يرسمها بالقطع دائرة موازية لمعدل النهار وليكن ك م قطعة منها و: ح ل (٤) قطعة من أخرى في بعدها على المبادلة وبين أنها متساويتان (٥) وليكن القطب الشمالي نقطة ن (٦) فإذا أجزنا (٧) على ن ك قوس ن ك س يقطع معدل النهار على س (٨) كان ج س مثل ط أ لأن ج س شبيهة ك م لأنها محورتان بين قوسين (٩) خارجيتين من قطب معدل النهار و: ط أ (١٠) شبيهة ح ل (١١)



شكل (٢٧)

-
- (١) ما : واحدة .
 - (٢) د : زيد .
 - (٣) ب : وليكن .
 - (٤) د : [و : ول] .
 - (٥) ف ، د : متساويتان .
 - (٦) ف : غير واضح .
 - (٧) ف : احرنا .
 - (٨) د : غير موجود .
 - (٩) د : قوس .
 - (١٠) سا : [ف : ط أ] .
 - (١١) د : بين السطرين (ح ن) .

و: ك م ، ح ل متساويتان فالقوسان اللتان تشبهانهما من دائرة واحدة متشابهتان
متساويتان فلذلك (١) تبقى ه س ، ه ط متساويتين (٢) ويكون (٣) لذلك (٤)
ضلعاً س ه ، ه ك من ذى ثلاثة أضلاع س ه ك (٥) مثل ضلعى ط ه ، ه ح
من الآخر كل لنظيره (٦) وزاويتا ط : س قائمتان تكون قاعدة كس كقاعدة
ط ح (٧) (*) ويوضح (٨) هذا إذا رسمت للقسي أوتاراً في المثلثين (٩) فقد بان
تساوى المطالع وسعة المشرق والميل في الخانيتين (١٠)

- (١) د : ولذلك .
(٢) د : متساويان .
(٣) فلذلك تبقى ه س ، ه ط متساويتين ويكون [: غير موجود فى سا .
(٤) ف : كذلك - وفى سا : وذلك .
(٥) ف : بين ه ل .
(٦) سا ، د : كنظيره .
(٧) ف : ه ح .
(٨) خصائص النقط المتساوية البعد عن الانقلابين : والمقصود هنا نقط دائرة البروج .
نفرض ب د الأفق ، ه معدل النهار متقاطعان فى نقطة ه (شكل ٢٧) وليكن ل ، ح نقطتان
من دائرة البروج متساويتى البعد عن أحد الانقلابين ونفرض القطب الشمالى ن والجنوبى ر ونصل ن ل
فيلا فى معدل النهار فى س ونصل ر ح فيلا فيه فى ط فيكون ل س ، ح ط ميلا النقطتين ، س ه ،
ط ه مطالعهما ، ل ه ، ح ه سعى مشرقهما والمطلوب إثبات أن :
(أ) س ه = ط ه .
(ب) ل ه = ح ه .
(ج) ل س = ح ط .
البرهان : من المعروف أن نقطتي البروج المتساويتى البعد عن أحد الانقلابين يكون نهار إحداهما
مساوياً ليل الأخرى فإذا رسمنا القوسين ل م ، ح ن موازيتين لمعدل النهار كان ل م = ح ن .
∴ القوسان المقابلتان لهما عند معدل النهار متساويتان أى أن س ه = ح ط .
∴ س ه = ط ه وهو المطلوب أولاً .
ولم يشرح ابن سينا برهان الجزء الثانى ولكن يمكننا الوصول إلى النتيجة بسهولة
فما أن ل م = ح ن ∴ ل ن م = ح ن ر .
وفى المثلثين ن ل د ، ر ح ب : ن = ر ، د = ب ، ن د = ر ب
= بعد القطبين عن الأفق .
∴ ل د = ح ب .
∴ ل ه = ح ه وهو المطلوب ثانياً .
والآن فى المثلثين ه س ل ، ه ط س : س ه = ط ه ، ل ه = ح ه
س = ط = ٩٠ .
∴ ل س = ح ط وهو المطلوب ثالثاً .
(٨) د : نوضح .
(٩) سا ، د : المثلثين هذا يوجب فى قصى الأوتار
(١٠) سا : والله الممين .

فصل

في معرفة نسب المقاييس إلى أظلالها في الاعتدالين والانقلابين (١)

«ج» لندر (٢) على ه دائرة أب جد لنصف النهار وقطرها أ ه جو: أسمت الرأس ولنخرج من ج خطا موازيا للأفق وليكن جن (٣) على أنه مسقط الظل و : د ج هو المقياس ولصغر الأرض بالمقياس إلى الفلك لا يبالى (٤) كان المقياس على ظاهر الأرض أو (٥) كان على نفس المركز ثم ليكن نقطة ب النقطة التي ترسمها (٦) النقطة الاعتدالية على دائرة نصف النهار حتى يكون (٧) ب ه ر (٨) شعاعها و : ج ر ظلها و : ح للمنتقلب الصيفي حتى يكون ح ه ك (٩) شعاعها (١٠) و : ج ك ظلها (١١) و : ل للمنتقلب الشتوي حتى يكون ل ه ن (١٢) شعاعه و : ج ن (١٣) ظله فلأن بعد سمت الرأس من معدل النهار مساو لارتفاع القطب فقوس أب مساو لارتفاع القطب (١٤) فهو معلوم فزاوية أ ه ب معلومة ولأن غاية الميل في الشمال والجنوب معلوم فقوسا ح ب ، ب ل (١٥) معلومان (١٦) فيصير قوس أ ل وزاويتها

(١) [فصل في معرفة نسب المقاييس إلى أظلالها في الاعتدالين والانقلابين] : غير موجود . في سا ، د .

(٢) سا : ولندر .

(٣) ف : ه و - وفي سا : ح ر .

(٤) د : لا يبالى .

(٥) ف : ولو .

(٦) سا : نرسمها - وفي د : يرسمها .

(٧) [حتى يكون] : غير موجود في سا ، د .

(٨) سا ، د : [و : ر ه] .

(٩) ف ، د : ح ه ط - وفي سا : ح ه ط .

(١٠) د : شعاعه .

(١١) د : ظله .

(١٢) ف : ل ه د .

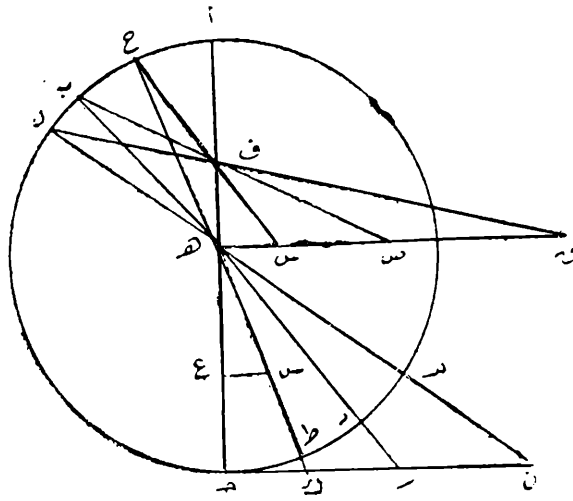
(١٣) ف : [و : ح د] - وفي سا : [ظلها و : ل للمنتقلب الشتوي حتى يكون ل ه ن]

شعاعه و : ح ن [غير موجود .

(١٤) [فقوس ا ب مساو لارتفاع القطب] : في هامش ب ، ف .

(١٥) د : ح ، ب ل .

(١٦) ب ، د : معلومين .



شكل (٢٨)

معلوماتين (١) وبيتي (٢) قوس أح (٣) وزاويتيها معلوماتين (٤) وإذا (٥) علمت هذه القسبي فقد علمت زواياها عند المركز والزوايا المقاطعة لزواياها وهي زوايا (٦) المثلثات عند المركز. وزاوية ج قائمة و : ج ه ستين (٧) فقد علم كل مثلث لأن كل مثلث علم زاويتان منه وضلع فقد علم سائرته فإن جعل (٨) مكان نقطة ج نقطة قريبة (٩) من ه وجعلتهما كأنهما في المركز وجعلت أيهما شئت مركزا للفلك (١٠) والآخر (١١) طرف مقياس لم يؤثر في الفلك وكان البيان واحدا فليكن نقطة ع أصلا للمقياس (١٢) و : ه طرفه وأخرج (١٣) من ع عمود (١٤) ع س عليه (١٥) حتى كان

- (١) ب : معلومين - وفى سا ، د : [فيصير قوس ا ل وزاويتيها معلوماتين] غير موجود
- (٢) ب : فيتي .
- (٣) سا : ا ح - وفى د : ا ب .
- (٤) ب ، سا ، د : معلومين .
- (٥) سا : وإذا .
- (٦) د : زوايا .
- (٧) ف : سبين - وفى سا : سس - وفى د : سش .
- (٨) ف ، سا ، د : جعلت
- (٩) سا : قريبا - وفى د : قديب
- (١٠) ب : مركز الفلك
- (١١) ب : والآخرى
- (١٢) سا ، د : للقياس
- (١٣) ف ، سا ، د : وقد أخرجت
- (١٤) سا ، د : خطا عمود
- (١٥) ب ، ف : فى الهامش

مسقط الظل عليه (١) فكان موازيا لخط جر وكانت (٢) النسب تلك النسب بعينها وكذلك إن جعلت نقطة ه أصلا (٣) للمقياس (٤) و : ف (٥) طرفه من ذلك الجانب و : هـ س (٦) عموداً ، س ، ص ، ق (٧) أطراف الظل إذ (٨) لا فرق بين الزوايا التي تكون (٩) عنده وعند ف القريبة منه (*) وقد خرج بالحساب خط جـ ك (١٠) وهو الظل الصيفي (يب له) (١١) وخط جر وهو

(١) سا ، د : غير موجود

(٢) د : وكان

(٣) سا أصل

(٤) سا : القياس

(٥) سا : [و : ب]

(٦) د : غير واضح

(٧) سا : [و : ب] - وفي د : [و : ف]

(٨) د : أو

(٩) د : غير موجود

(*) تعيين طول الظل ظهراً في الاعتدالين والانقلابين : نفرض \angle ب ح د نصف النهار ، Meridian \angle سمت الرأس ، \angle هـ ح قطر في هذه الدائرة حيث هـ المركز (شكل ٢٨) . نرسم من ح المستقيم ح ن موازيا للأفق أي مماساً للدائرة فيكون هو اتجاه ظل عصا رأسية فإذا كانت نقطة ب موقع الشمس عند أحد الاعتدالين ونقطتي ح ، ل موقعها عند الانقلابين ووصلنا ب هـ ، ع هـ ، ل هـ لتقابل ح ن في نقطتي ر ، ل ، ن كان ح ر ، ح ل ، ح ن هي أطوال عصا طولها يساوي هـ ح في الاعتدال وفي الانقلاب بين الصيف والشتى على التوالي .

خط عرض معلوم . ارتفاع القطب معلوم

الزوايا بين سمت الرأس ونقطة الاعتدال معلومة أي أن \angle هـ ب معلومة

وبالمثل زاويتا \angle هـ ع ، \angle هـ ل معلومتان

لكن \angle هـ ب = ح هـ ر ، \angle هـ ع = ح هـ ل ، \angle هـ ل = ح هـ ن
 . المثلثات ح هـ ر ، ح هـ ل ، ح هـ ن القائمة الزاوية في ح فيها ح هـ طول المقياس وفيها الزوايا معلومة

ومن ذلك يمكن معرفة أطوال الظلال ح ر ، ح ل ، ح ن وهو المطلوب
 ولن تتأثر النتيجة بموضع نقطتي ح ، هـ مادام ح هـ رأسياً . فإذا كان هـ ع مثلاً هو المقياس نرسم ع س أفقياً فيكون هو اتجاه الظل وبالمثل يمكن اعتبار هـ ف المقياس ونرسم هـ ق أفقياً فإذا وصلنا ب ف ، ع ف ، ل ف لتقابل هـ ق في ص ، س ، ق كانت الأطوال هي هـ ص ، هـ س ، هـ ق

(١٠) د : ح ل

(١١) ف ، د : يب به - س في سا : لب به - الظل الصيفي = ١٢,٥٨٣٣ باعتبار طول العصا = ٦٠

الظل (١) الاستوائى (مح لو) (٢) وخط جن (٣) وهو الظل (٤) الشتوى (قحك) (٥) فقد تبين من هذا أنه إذا كان ارتفاع (٦) القطب والميل معلومين سهل علم نسب الأظلال والمقاييس ويسهل (٧) أن يعلم من هذا أنه إذا كانت (٨) نسبة الأظلال والمقاييس معلومة أن الارتفاع والميل يصيران معلومين (٩) بسبب معرفة القمى من معرفة زوايا المثلث لكن المعتمد فى معرفة الميل الأعظم وارتفاع القطب هو الطريق الأول لأن (١٠) ظل الاستواء (١١) مجهول لاستمرار الأظلال من النقصان إلى الزيادة ومن (١٢) الزيادة إلى النقصان على اتصال من غير أن يكون لوقت الاستواء علامة ظاهرة (١٣) وظل الانقلاب الشتوى وإن كان (١٤) متميزا عن سائر الأظلال (١٥) بكونه أطول الأظلال (١٦) فإنه يكون لطوله منتشرا سخيلا لا يضبط طرفه حقيقة انضبط .

فصل

فى خواص الدوائر الموازية لمعدل النهار (١٧)

ثم إن بطليموس رسم دوائر موازية لمعدل النهار بحسب مرورها على سمت (١٨)

- (١) سا ، د : غير موجود
- (٢) سا : مح كر - وفى د : م ح لو - الظل الاستوائى = ٤٣,٦٠٠
- (٣) ف ، سا ، د : ح ر
- (٤) سا ، د : غير موجود
- (٥) ف : مح ل - وفى سا ، د : ل ل - الظل الشتوى = ١٠٣,٣٣٣
- (٦) سا ، د : الارتفاع القطب
- (٧) د : وسهل
- (٨) د : كان
- (٩) [سهل علم نسب الأظلال والمقاييس ويسهل أن يعلم من هذا أنه إن كانت نسبة الأظلال والمقاييس معلومة أن الارتفاع والميل يصيران معلومين] : غير موجود فى سا .
- (١٠) سا : ولأن
- (١١) سا : الظل الاستوائى
- (١٢) سا ، د : و - [النقصان إلى الزيادة ومن] : فى هامش ف
- (١٣) سا : طائرة
- (١٤) سا : كانت
- (١٥) سا : الأظلال
- (١٦) [بكونه أطول الأظلال] : غير موجود فى د
- (١٧) [فصل فى خواص الدوائر الموازية لمعدل النهار] : غير موجود فى سا ، د
- (١٨) سا ، د : سموت

الرؤوس للمساكن التي تحتها وجعل المسافة بينها بمقدار ربع ساعة ربع ساعة (١) فإن الليل والنهار في خط الاستواء دائماً متساويان وكلما أمعنا (٢) إلى قطب وقع التفاوت وكلما قربنا (٣) إلى (٤) القطب كان التفاوت أكثر فاختر (٥) أن يجعل مقادير ما يتكلم عليه ربع ساعة ربع ساعة قال أما خط الاستواء فكأنه الحد بين المسكون عندنا وغير المسكون الخالي (٦) الجنوبي (٧) ولأن الكرة هناك منتصبة فالأفق يقطع جميع الدوائر الموازية (٨) لمعدل النهار دائماً (٩) بنصفين (١٠) فيستوى الليل والنهار هناك دائماً وأما (١١) في سائر المواضع فإن دائرة معدل النهار هي وحدها التي تنقسم بدائرة (١٢) الأفق بنصفين (١٣) وأما سائر الدوائر (١٤) فتتقدم بها (١٥) بمختلفتين (١٦) ويكون كل دائرة هي أميل إلى القطب الذي إليه المسكن فقطعها (١٧) العالية أكبر (١٨) من المسافة فيكون النهار أطول من الليل ومن أحوال دائرة الاستواء أن الظل يقع فيها تارة إلى الجنوب إذا (١٩) صارت الشمس عنها شمالية وتارة إلى الشمال إذا صارت الشمس عنها جنوبية وغاية امتداد الظل فيها

(١) [ربع ساعة] : غير موجود في د

(٢) سا ، د آمن

(٣) سا : كان قريباً

(٤) سا ، د : من

(٥) سا : واختار

(٦) سا الخاكي

(٧) سا غير واضح

(٨) د : المتوازية

(٩) ب ، ف : في الهامش

(١٠) ب : بنصفين دائماً

(١١) د : وإذا

(١٢) د بداير

(١٣) د : على نصفين

(١٤) [فإن دائرة معدل النهار هي وحدها التي تنقسم بدائرة الأفق بنصفين وأما سائر الدوائر] :

غير موجود في سا

(١٥) سا غير موجود

(١٦) ب مختلفين

(١٧) ب فقطعها

(١٨) ب : أكثر

(١٩) د . إذ

أن (١) يكون الظل نصف النهار والشمس في المنقلب ستة وعشرين (٢) جزءا ونصفا (٣) من ستين جزءا من المقياس وهؤلاء يرون الكواكب كلها طالعة وغاربة فلا يكون منها شيء لا (٤) يخفى عنهم دائما ويظهر لهم دائما . قال وأما أنه هل هناك مساكن أم ليس فذلك في حكم الإمكان جائز (٥) لأن تلك البقعة (٦) يجب أن تكون في غاية الاعتدال في المزاج (٧) والشمس عندهم لا (٨) يطول مكثها (٩) على سمت الرؤوس لسرعة ميلها . فيكون الصيف (١٠) لذلك عندهم معتدل المزاج ولا يبعد أيضا عن الانقلابين بعدا شديدا فيكون شتاؤهم معتدل المزاج ونحن خاصة فقد تكلمنا في هذا كلاما بالغا فليطلب (١١) من الكتب الطبيعية لنا (١٢) وأما أى البلدان وأى المساكن (١٣) هناك فإن بطليموس لم يحط به علما وقت (١٤) ما صنف المحسطنى وقال إن ما يقال في ذلك فهو بالتخمين ثم أحاط بعد ذلك ببعضها علما وأثبتته في جغرافيا (١٥) . وأما سائر الدوائر المتوازية (١٦) فلإننا نحيط معرفة بالمساكن التى بها بارتفاع القطب في كل واحد منها الذى هو بمقدار (١٧) العرض فتكون الكواكب الدائمة (١٨) الظهور ترسم دوائر نصف قطر أكبرها (١٩) إن (٢٠)

-
- (١) ف ، سا : فيه - وفى د : فيه وزيادته
(٢) سا : وعشرون
(٣) سا : غير موجود - وفى د : ونصف
(٤) سا ، د : غير موجود
(٥) ف ، سا : فجائز - وفى د : لجائز
(٦) ف : فوقها بين السطرين (النقطة) - وفى سا ، د : النقطة
(٧) ف ، سا ، د : المزاج
(٨) ف : بين السطرين
(٩) ب ، سا ، د : لبها
(١٠) د : الصف
(١١) ب : فيطلب - وفى سا : فلنطلب
(١٢) د : غير موجود
(١٣) د : بين السطرين
(١٤) د : وقد و
(١٥) ب : كتاب جغرافيا - وفى سا ، د : كتاب جاوراغما
(١٦) سا ، د : غير موجود
(١٧) د : المقدار
(١٨) سا : غير موجود
(١٩) ف ، سا : أكثرها
(٢٠) سا : وإن

اتفق أن يكون في مداره مماسا للأفق هو بمقدار العرض ويكون مثلها (١) من القطب
 الآخر دائم الخفاء فأول الدوائر المتوازية بعد خط الاستواء وهى الدائرة الثانية (٢)
 الموازية لخط الاستواء هى (٣) الدائرة المارة حيث أطول نهاره (يب) (٤) سادة
 وربيع وعرضه (ديه) (٥) فإنها تمر بجزيرة فراينس (٦) ولأن عرضها دون المبل
 فيقع (٧) الظل إلى الجانبين والشمس تسامت رؤوسهم مرتين ولا (٨) يكون
 ظل وذلك إذا كان البعد من المنقلب الصيفي في الجهتين (٩) (عط ل) (١٠) ويكون
 الظل الاستوائى (دكه) (١١) من ستين (١٢) والظل الصيفي (كك) (١٣) والشتوى
 (لب له) (١٤) وتتلوها (١٥) الدائرة التى أطول نهارها (يب ل) (١٦) وعرضها
 (ح كه) (١٧) وتمر (١٨) بخليج أوالبطس (١٩) وظلها (٢٠) أيضا ذو جهتين
 والشمس تسامت رؤوسهم (٢١) على بعد (سط) (٢٢) من المنقاب ويكون ذلك

(١) د : ميلها

(٢) ف : الثابتة

(٣) سا ، د : وهى

(٤) سا : لب

(٥) د : ويه

(٦) ف : فراميس وفي الهامش (طورباى) - وفي هامش ب: طر باى - وفي سا : طورباى -

وفي د : طوباي

(٧) د : فيقطع

(٨) سا ، د : فلا

(٩) [الصيفي في الجهتين] : غير موجود في سا ، د

(١٠) سا : يط ل

(١١) سا : ك كه

(١٢) سا : شين - وفي د : سين

(١٣) ١٢,٥٠٠

(١٤) ف ، سا ، د : لب

(١٥) د : ويتلوها

(١٦) ف : ل بين السطرين - وفي سا : ب ل

(١٧) د : ع ل

(١٨) د : ويمر

(١٩) ب : أوالبطس - وبين السطرين (أوليكنس) - وفي سا : أوالبطس

(٢٠) سا : فظلها

(٢١) د : غير موجود

(٢٢) ٦٩°

مرتین والظل الاستوائی (ح ن) (١) والصیفی یوله (٢) والشتوی لرنده (٣) والموازية الرابعة أطول نهارها یب ونصف وربع العرض یب ل ویمر بخلیج أو الیقیطوس والظل فوجهتین ومسامة الشمس مرتین وعلى (٤) (نرم) (٥) من المنقاب والظل الاستوائی (یحک) والصیفی (یب) (٦) والشتوی (یدو) (٧) والخامسة أطول نهارها (یح) ساعة والعرض (یوکر) (٨) وتمر (٩) بجزيرة ما روى (١٠) والظل ذو جهتین والمسامة من الشمس مرتین على بعد (مه) (١١) والظل الاستوائی (یرمه) والصیفی (رمه) (١٢) والشتوی (رن) (١٣) والسادسة أطول نهارها (یح) ساعة وربع والعرض (ک ید) وتمر بیاقطون (١٤) والظل ذو جهتین والمسامة من الشمس مرتین على بعد (لا) والظل الاستوائی (کب ی) (١٥) والصیفی (جمه) والشتوی (یحی) (١٦) والسابعة أطول نهارها (یحل) ساعة والعرض (کجنا) (١٧) وتمر (١٨) بجزيرة سابیس (١٩) والعرض کالمیل فالأظلال (٢٠) عليها (٢١) شمالية وتسامت الشمس الرأس مرة واحدة

(١) ف : ح د

(٢) سا : لو ن

(٣) ف : سا . ار ید - وفی د : لاند

(٤) سا ، د : وعلى بعد

(٥) ف : یرم - وفی سا : یر ل - وفی : نزل

(٦) د : ر یب

(٧) ف : مد یو - وفی سا : م ل م - وفی د : بدم

(٨) سا : یو یر - وفی د : لو یر

(٩) سا ، د : یمر

(١٠) ب : مارابس وین السطرين (ماروی)

(١١) د : رمه

(١٢) [والصیفی رمه] : غیر موجود فی ف

(١٣) ف : غیر واضح - وفی سا : ن ر - وفی د : نذ

(١٤) ف : بیاطون

(١٥) د : کب د

(١٦) د : یح د

(١٧) د : کح یا

(١٨) سا : ویمر

(١٩) ف : غیر واضح - وفی سا : سوینی - فی د : سوسی سوی

(٢٠) سا : فالظلال

(٢١) د : غایتها

عند (١) نقطة الانقلاب والظل الاستوائى (كول) والشتوى (سهن) (٢) ولا ظل للصيف وما وراء هذا فالأظلال (٣) واحدة (٤) من (٥) الجهة الشمالية (٦) والشمس لا تسامت الرؤوس البتة والثامنة أطول نهارها (ح) ساعة ونصف وربع (٧) والعرض (كريب) (٨) وتمر بجزيرة (٩) بيادارميس (١٠) بعطالما بدوس (١١) الظل الاستوائى (لن) (١٢) والشتوى (عدى) والصيفى (جل) والتاسعة أطول نهارها (يد) ساعة (١٣) والعرض (ل كب) (١٤) وتمر (١٥) بأسافل بلاد مصر والظل الصيفى (ون) والاستوائى (له) (١٦) والشتوى (فحه) (١٧) والعاشره أطول نهارها (يد يه) والعرض (لح) (١٨) وتمر بوسط الشام والظل الصيفى (ى) والاستوائى (إطل) والشتوى (صح) (١٩) والحادية عشرة (٢٠) أطول نهارها (يدل) والعرض (لو) (٢١) وتمر بجزيرة رودس والظل (٢٢) الصيفى (يب يه) والاستوائى (مخلو) والشتوى

-
- (١) د : وعند
(٢) د : سن
(٣) د : فالنظل
(٤) د : واحد
(٥) سا : فى
(٦) د : الشمالى
(٧) د : وربع ساعة
(٨) سا ، د : كديب
(٩) سا ، د : غير موجود
(١٠) ب ، ف : فى الهامش
(١١) سا ، د : غير موجود
(١٢) سا : ل ر
(١٣) سا ، د : غير موجود
(١٤) سا : ل يب
(١٥) سا ، د : غير موجود
(١٦) ف ، سا ، د : له
(١٧) ف : يه - وفى : ما : حه
(١٨) ف : لح يج
(١٩) ف : صحه - وفى : سا ، د : حه
(٢٠) ب ، سا عشر
(٢١) سا : يو - وفى : د : نر
(٢٢) سا ، د : غير موجود .

(فجك) (١) والثانية عشرة (٢) أطول نهارها (يدمه) والعرض (احله) (٣) وتمر
 نجزيرة سمورسين (٤) والظل الصيفي (يمه) (٥) والاستوائى (مرن) (٦) والشتوى
 (قيدنه) (٧) والثالثة عشرة (٨) أطول نهارها (يه) والعرض (ميو) (٩) وتمر (١٠)
 بيلادالنسطور (١١) والظل الصيفي (يحل) (١٢) والاستوائى (يبى) والشتوى (فكرن) (١٣)
 والرابعة عشرة (١٤) أطول نهارها (يهيه) والعرض (محيه) وتمر نجزيرة مساليان (١٥) والظل (١٦)
 الصيفى (كن) (١٧) والاستوائى (نهنه) (١٨) والشتوى (قمديه) (١٩) والخامسة
 عشرة (٢٠) أطول نهارها (يهل) والعرض (مه) وتمر (٢١) بوسط بحر فنطس (٢٢)
 والصيفى (كحيه) (٢٣) والاستوائى (س) مساو (٢٤) للمقاييس (٢٥) والشتوى

-
- (١) د : ح ل
 (٢) ب ، سا ، د : عشر
 (٣) سا : ح ل
 (٤) ب : سمورنيس وفى الهامش (سمرنا) - وفى سا : سبرنا - وفى د : سمرنا
 (٥) سا : يه مد
 (٦) سا : م ن
 (٧) ف ، د : فيد يه - وفى سا : مد يه
 (٨) ب ، سا ، د : عشر
 (٩) د : م لو
 (١٠) سا : ويمر
 (١١) ب : النس قيطوس فيطوس وفى الهامش النسطور - وفى د : النسطور
 (١٢) سا : ح ل
 (١٣) سا : فكرر
 (١٤) ب ، سا ، د : عشر
 (١٥) ب : مسا ليس وبين السطرين (ليا) - وفى سا ، د : مسايا
 (١٦) سا : والعرض
 (١٧) ف : ك د
 (١٨) ف : يه نه - وفى سا : يه يه - وفى د : نه يه
 (١٩) سا : قم يه - وفى د : فح يه
 (٢٠) ب ، سا ، د : عشر
 (٢١) سا : ويمر
 (٢٢) سا ، د وفى هامش ب : يطس
 (٢٣) سا : يه يه
 (٢٤) ف : والشتوى مساو
 (٢٥) سا ، د : المقاييس

(قنه) (١) والسادسة عشرة (٢) أطول نهارها (بهمه) (٣) والعرض (مونا) (٤) وتمر (٥)
 بعيون النهر المسمى السطروس (٦) والصيفي (كهل) والاستوائى (مخنه) (٧) والشتوى
 (قال) (٨) والسابعة عشر أطول نهارها (يو) والعرض (محلب) (٩) وتمر بمغايض (١٠)
 نهر ناوروسبايس (١١) والظل الصيفي (كرل) (١٢) والاستوائى (سرن) والشتوى
 (قفحن) (١٣) والثامنة عشرة (١٤) أطول نهارها (يوى) والعرض (ليه) (١٥) وتمر
 بوسط بحيرة (١٦) مناطيدوس (١٧) والظل الصيفي (كطله) والاستوائى (عام) والشتوى
 (رىك) (١٨) والتاسعة عشرة (١٩) أطول نهارها يول والعرض نال (٢٠) وتمر (٢١)
 بجزيرة تحتوى بلاد بريطانيا (٢٢) برطينيى (٢٣) والظل الصيفي (لاكه)
 والاستوائى (عهكه) والشتوى (ركطم) (٢٤) والعشرون أطول نهارها (يومه) (٢٥)

-
- (١) ف : قيه - وفى سا : : قيه
 (٢) ب سا ، د : عشر
 (٣) سا ، د : يه نه
 (٤) سا ، د : مويا
 (٥) سا : ويمر
 (٦) ب اسطروس - وفى ب : السطوس - وفى د : السطرس
 (٧) ف ، سا : سم يه - وفى د : سم له
 (٨) سا ، د : غير واضح
 (٩) سا : يح ييب
 (١٠) ف : بمغايض
 (١١) ب : ناوروسبايس - وفى ب : نورسبايس - وفى د : نور سناس
 (١٢) د : كذل
 (١٣) سا : قيج ن - وفى د : قنج ن
 (١٤) ب ، سا ، د : عشر
 (١٥) ف ، د : ن يه - وفى سا : له يه
 (١٦) سا ، د : جزيرة
 (١٧) فى سا ، د وفى هامش ب ، ف : ماوطن
 (١٨) سا : رى لك ر
 (١٩) ب ، سا ، د : عشر
 (٢٠) ف : يال - وفى سا : مال - وفى د : فال
 (٢١) سا : ويمر
 (٢٢) [تحتوى بلاد بريطانيا] : فى هامش ب ، ف - وفى سا : طانيا
 (٢٣) سا ، د : غير موجود
 (٢٤) سا ، د : كط م
 (٢٥) د : قوم .

والعرض (نبن) (١) وتمر (٢) بمغايض رئيس (٣) والظل الصيفي (لويه)
والاستوائى (عطه) والشتوى (ريحي) (٤) والحادية والعشرون أطول نهارها (ير)
والعرض (ندا) (٥) وتمر بمغايض (٦) طنايدوس (٧) والظل الصيفي (لدنه) (٨)
والاستوائى (قب له) والشتوى (رحمه) (٩) والثانية والعشرون أطول نهارها
(بريه) والعرض (نه) (١٠) وتمر بين بقاباطيس ببيغريطيوس^١ (١١) من بلاد برطانيا
الكبرى والظل الصيفي (لويه) والاستوائى (فهم) (١٢) والشتوى (شدل) (١٣)
والثالثة والعشرون أطول نهارها (يرل) (١٤) والعرض (نو) (١٥) وتمر بوسط
بلاد برطانيا الكبرى والظل الصيفي (لرم) (١٦) والاستوائى (قحد) (١٧) والشتوى
(شله يه) (١٨) والرابعة والعشرون أطول نهارها (يرمه) والعرض (نر) ويمر (١٩)
بموضع يسمى (٢٠) قطور قطايس (٢١) من بلاد برطانيا والظل الصيفي (لطي)
والظل (٢٢) الاستوائى (صبك) (٢٣) والشتوى (شعبم) (٢٤) والخامسة ،

-
- (١) ف ، سا : يب ن - وف د : ب ن - وف ب . غير واضح
(٢) سا ، د : ويمر
(٣) ف : مغايض رئيس .
(٤) سا ر يح
(٥) ف : يد ا - وف سا : ير ا
(٦) ف ، د : مغايض
(٧) ف : غير واضح - وف سا : طامالس - وف د : طابايس
(٨) ف ، سا : لديه
(٩) ف : ر ع ح مه - وف سا : ر ف ح مد - وف د : و ف ح مه
(١٠) سا : يه
(١١) سا ، د : بغياطيس
(١٢) د : يه م
(١٣) سا ، د : سدل
(١٤) ب : غير واضح
(١٥) سا ، د : يو
(١٦) د : لزم
(١٧) ف : ف ح ن - وف سا ، د : ق ح ن
(١٨) سا : سلويه - وف د : سكونه
(١٩) ف ، سا : ير
(٢٠) سا : غير موجود
(٢١) ف : قطور قطايبين - وف سا ، د وهامش ب : قاطور قطوس
(٢٢) سا : غير موجود
(٢٣) سا : غير واضح - وف د : ص ب ك
(٢٤) سا : س ب م

والعشرون أطول نهارها (يح) (١) والعرض (نح) (٢) ويمر بجنوب بريطانيا
الصغرى والظل الصيفي (مه) والاستوائى (صو) (٣) والشتوى (سطه) (٤)
والسادسة والعشرون أطول نهارها (يجل) (٥) والعرض (نطل) (٦) وتمر (٧)
بوسط بريطانيا الصغرى قال وإنما لم تستعمل هاهنا التفاضل بربع ساعة لأن الدوائر
هناك تكاد تكون متصلة وبعد هذا فإنه يقول إن الموضع الذى يكون أطول نهاره
(يط) فالعرض (سا) وتمر (٨) بأقصى شمال بريطانيا (٩) والموضع الذى
أطول نهاره (يط) ونصف العرض (١٠) (سب) ويمر بجزيرة أبردن (١١)
حيث (١٢) يكون (١٣) أطول النهار (ك) فالعرض (١٤) (سح) ويمر بجزيرة
بولى (١٥) وحيث أطول نهاره (١٦) (كل) (١٧) فالعرض (سدل) وتمر
بأقوام (١٨) لا يعرفون من الصقالية والخزر وحيث أطول النهار (كب) فالعرض
(سهل) وحيث أطول النهار (كج) فالعرض (سو) وحيث أطول النهار (كد)
فالعرض (سول) (١٩) وهناك يقع الظل دائرة لأن الشمس لا تغيب فى الانقلاب
الصيفى فتدور أظلال المقاييس فتكون دائرة (٢٠) المنقلب الصيفى دائمة الظهور

(٢) سا : ع - وفى د : لح

(١) د : مح

(٣) سا : مرو

(٤) ب : غير واضح

(٥) د : لح ل

(٦) ف ، سا ، د : يطل

(٧) سا : ويمر

(٨) ب : ويمر

(٩) [الموضع الذى يكون أطول نهاره (يط) فالعرض ساو يمر بأقصى شمال بريطانيا] : مكررفى ب ، ف

(١٠) ب ، سا ، د : فالعرض

(١١) ف : بودى - وفى سا : بوذن - وفى د : بودمه

(١٢) سا ، د : وحيث

(١٣) سا ، د : غير موجود

(١٤) ب : والعرض

(١٥) ب : نوتيس وبين السطرين (بول)

(١٦) ف ، سا ، د : النهار

(١٧) سا ، د : له

(١٨) سا ، د : بأهم

(١٩) د : سيول

(٢٠) د : دائر

ودائرة المنقلب الشتوى دائمة الخفاء لأنهما يماسان دائرة (١) الأفق (٢) على
على المبادلة أى أن الموازية التى يرسمها رأس السرطان تماس الأفق إذا (٣) دار قطب البروج
حول قطب معدل (٤) النهار (٥) فصار إلى الجنوب فلأن العرض (٦) هو تمام
الميل يجب أن يصير على سمت الرأس فيصير قطب الأفق فتنطبق (٧) دائرة البروج
على دائرة الأفق فتعرض أنه إذا مال السرطان منخفضا إلى مماسة الأفق من الشمال
مال الحدى (٨) مرتفعا إلى مماسه من الجنوب على المبادلة وإذا كان الطالع النقطة
الربعية صارت (٩) منطقة البروج أفقا لهم وذلك لأن فى ذلك الوقت يكون قطب
البروج على سمت الرأس وقطب المعدل شماليا عنه فيكون السرطان فى الأفق على
دائرة نصف النهار والحمل فى المشرق لا محالة فإن أحب أحد أن يزيد (١٠) على هذا
أمكنه ذلك من الأصول الموضوعة وتظهر هناك أن حيث يكون (١١) ارتفاع القطب
بالقريب (سر) (١٢) لا يغرب البتة نصف برج الحوزاء ونصف برج السرطان
الملتقيان على نقطة الانقلاب فيكون أطول النهار قريبا من شهر وحيث يكون (١٣) فيه
ارتفاع القطب (سطل) لا يغيب تمام البرجين ويكون أطول النهار قريبا من شهرين
وحيث ارتفاعه (عحك) (١٤) فإنه لا يغيب فيه برجان ونصفا برجى الثور والأسد (١٥)
وأطول النهار قريبا (١٦) من ثلاثة أشهر وحيث ارتفاعه (عحك) (١٧) فإنه لا يغرب

-
- (١) ف : مشطوب - وفى سا ، د : غير موجود
(٢) ب : الأرض
(٣) ب : وإذا
(٤) سا ، د : المعدل
(٥) سا ، د : غير موجود
(٦) د : فهو
(٧) د : فينطبق
(٨) سا ، د : الجنوبي
(٩) سا ، د : صار
(١٠) ف : يريد
(١١) سا ، د : يكون فيه
(١٢) سا : سر بالتقريب - وفى د : سمس بالتقريب
(١٣) ب : أن يكون
(١٤) ب : كه ك
(١٥) سا : والسنبلة
(١٦) سا : قريب
(١٧) سا : كه ك

برجان في كل واحد (١) من الجانبين ويكون النهار قريبا من أربعة أشهر وحيث ارتفاعه (قد) (٢) فلا يغيب فيه برجان ونصف برج (٣) في كل جانب (٤) ويكون أطول النهار خمسة أشهر (٥) وحيث ارتفاعه (ص) فلا يغيب فيه (٦) ثلاثة أبراج (٧) من كل جانب ويكون النهار ستة أشهر فلا (٨) النصف الجنوبي يطلع هناك البتة ولا الشمالي يغرب البتة (٩) والسنة هناك يوم وليلة كل واحد ستة أشهر ودائرة (١٠) معدل النهار هي دائرة الأفق وأعظم (١١) دائرة من الأبدية الظهور والأبدية الخفاء معا كأنه حد مشترك .

فصل (١٢)

في المطالع بحسب (١٣) العروض (١٤)

«د» قد قلنا في المطالع حيث الكرة متصبية فلتقل الآن (١٥) في المطالع حيث الكرة مائلة فنقول إن القسي المتساوية (١٦) البعد من نقطة الاستواء في الجنوب والشمال فإن مطالعها في العروض متساوية فلتكن (١٧) دائرة (١٨) أب جد دائرة

(١) [في كل واحد] : غير موجود في صا

(٢) ف : غير واضح - وفي صا : يد

(٣) ب : غير موجود - وفي ف : بين القطرين

(٤) [في كل جانب] : غير موجود في صا

(٥) [وحيث ارتفاعه عح] فإنه لا يغرب برجان في كل واحد من الجانبين ويكون النهار قريبا

من أربعة أشهر وحيث ارتفاعه (قد) فلا يغيب فيه برجان ونصف برج في كل جانب ويكون أطول النهار

خمس أشهر : غير موجود في د

(٦) صا : غير موجود (٧) صا : أبرج

(٨) ب : ولا

(٩) صا : غير موجود

(١٠) د : ودوائر

(١١) صا : فأعظم

(١٢) صا ، د : غير موجود

(١٣) ب ، ف : غير واضح

(١٤) صا : العرض

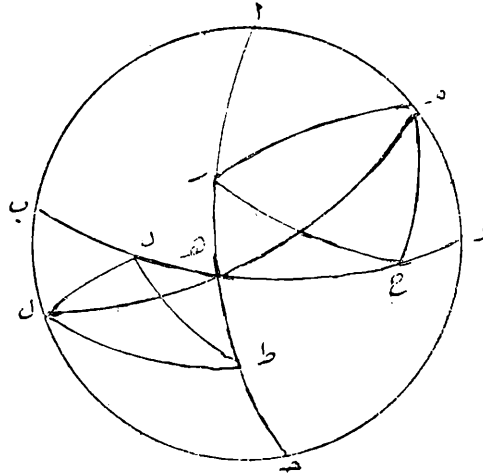
(١٥) صا ، د : غير موجود

(١٦) صا : المساوية

(١٧) صا : فليكن

(١٨) صا ، د : غير موجود

نصف النهار و : ب ه د الأفق و : أ ه ج (١) لمعدل (٢) النهار و : ر نقطة الربيع و : ر ح قوسا (٣) من المائل ميلا شماليا و : ط تلك النقطة بعينها وقد اتصل بها قوس ط ك جنويا من المائل مساويا ل : ر ح ومطالعهما (٤) ط ه ، ه ر فأقول (٥) إنها متساويان وليتوهم (٦) القطب . أما في الوضع الذي وضعت فيه النقطة نقطة ط فنقطه ل وفي الوضع الآخر نقطة م ولنخرج قطعة دائرة (٧) من الكبار على ل ه م ونصل



شكل (٢٩)

ط ل ، ل ك ، ر م ، مح (٨) بقسى من الكبار وقوس ر ح فرضت مساوية ل : ط ك وقوس ل ك مساوية لقوس م ح لأنها تماما ميلين (٩) متساويين وقوسا (١٠) ه ك ، ه ح وهما سعتا المشرق متساويتان (١١) وقوسا م ه ، ه ل متساويتان لأنها من القطب إلى المنطقة فتكون أضلاع مثلث ه ح م كأضلاع مثلث ه ل ك بالتناظر

(١) ف : ا د ح - وفي سا ، د : ا ه د

(٢) سا ، د : معدل

(٣) سا ، د : قوس

(٤) ف ، سا ، د : ومطالعهما

(٥) سا ، د : فنقول

(٦) سا ، د : ولتوهم

(٧) سا ، د : غير موجود

(٨) د : ط ل ، ل ك ، ر م ف : ر ح

(٩) سا ، د : مثلثين

(١٠) سا ، د : وقوس

(١١) سا : متساويان

فزاوية ه ل ك (١) مساوية لزاوية ه م ح لكن زاوية ك ل ط (٢) مساوية لزاوية ح م ر لأنها توتران (٣) قوسين متساويتين (٤) بضلعين مساويين (٥) المنظرين (٦) من الكبار يبقى ط ل ه مساوية ل ه م ر فتكون قاعدة ه ط مساوية لقاعدة ه ر (*) «ه» ونقول إن مطالع كل قوسين متساويتين من المائل عن جنبتى نقطة من (٧) الانقلابية (٨) تكون ما بين كل واحدة (٩) منها وبين الانقلابية مثل ما بين الأخرى وبين تلك الانقلابية مثل (١٠) برجى الحمل والسنبلة فإنهما إذا جمعا كانا مساويين لمجموع مطالع تينك القوسين فى خط الاستواء فليكن (١١) دائرة نصف النهار أب جد

(٢) ب : ط ل ك

(١) سا : ل ك

(٣) سا : توتران وفى د : يوتران

(٤) سا : متساويين

(٥) ف : متساويتين - وفى سا ، د : متساويين .

(٦) ف : القطرين - وفى سا ، د : للقطرين

(٧) تعريف مطالع قوس من البروج فى العرض : هى قوس من دائرة معدل النهار نطلع فوق الأفق

مع قوس البروج

نظرية (١٢) : مطالع أقواس البروج المتساوية البعد عن نقطة الاستواء متساوية

البرهان : نفرض ا ب ح د دائرة نصف النهار ، ب ه د الأفق ، ا ه د معدل النهار (شكل ٢٩)

ولتكن نقطة ر هى الاستواء الربيعى ونقطة ح شمالية من البروج على الأفق فيكون ه هو مطلع قوس ح ر

ولنفرض نقطة ل جنوبية من البروج على نفس البعد عن نقطة الاستواء وأنها عندما تكون على الأفق تكون

نقطة الاستواء الربيعى هى ط أى أن ر ع = ل ط فيكون ه ط هو مطالع قوس ل ط والمطلوب

إثبات أن ه ر = ه ط

نفرض أن القطب الشمالى م والجنوبى ل ونصل ل ه م ، ط ل ، ل ك ، ر م ، م ع

قوس ل ل ك = م ع لأن كلا منهما = ٩٠ - ميل النقطة

وقوس ه ل ك = ه ع لأن كلا منهما = سعة المشرق

، م ه = ه ل = ٩٠

∴ المثلثان ه ع م ، ه ل ك متساويان ∴ ه م ع = ه ل ك

لكن ل ل ط = ع م ر لأنها تقابلان قوسى ط ل ك ، ع ر المتساويان

∴ ط ل ه = ه م ر ∴ ه ط = ه ر وهو المطلوب

(٧) ف : غير واضح - وفى سا ، د : غير موجود

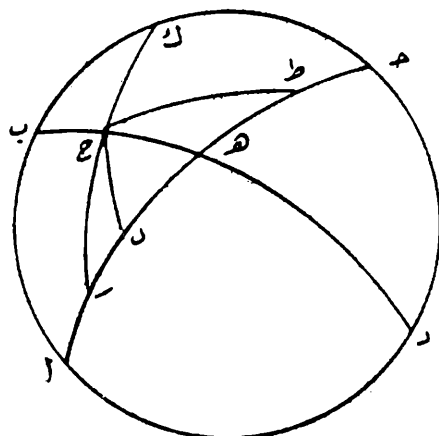
(٨) سا ، د : انقلابية

(٩) د : واحد

(١٠) د : مكرر

(١١) د : فتكن

و : ب هـ د نصف الأفق و : أ هـ ح نصف دائرة معدل النهار وليكن رح قوسا جنوبية بعدها من الشتوية كبعد (١) قوس ط ح وليكن ر النقطة الخريفية و : ط النقطة (٢) الربيعية وليكن ح الفضل (٣) المشترك في دائرة الأفق للقوسين لأن هاتين القوسين يفرزهما (٤) دائرة واحدة بعينها من النواثر المتوازية ولنخرج على ح (٥) من قطب معدل النهار ربع دائرة من الكبار يقوم (٦) مقام الأفق في الكرة المنتصبة وهو (٧) ك ح ل فلأن (٨) ط هـ مطالع ط ح و : هـ ر مطالع ح ر (٩) فجملته ط ر مطالع للقوسين (١٠) في هذه البقعة لكن ط ل مطالع ط ح في الكرة



شكل (٣٠)

المنتصبة و : ر ل مطالع رح في الكرة المنتصبة ومجموعهما مساو ل : ط ر (١١) الذي كان مجموع مطالع القوسين في غير الكرة المنتصبة (*) فلنبين كيف تعرف مطالع

-
- (١) سا : لبعد
 - (٢) ف : بين السطرين
 - (٣) ف : في الهامش
 - (٤) د : تفوزها
 - (٥) سا : ح
 - (٦) سا : تقوم
 - (٧) سا : هـ ر - وفي د : هو
 - (٨) ب : ولأن
 - (٩) سا : د : ح ر
 - (١٠) سا ، د : القوسين
 - (١١) د : [و ل : ط ر]

(٥) نظرية (١٣) إذا أخذنا قوسين من البروج متساويي البعد عن إحدى نقطتي الانقلابين فإن مجموع مطالعهما في العرض يساوي مجموع مطالعهما في خط الاستواء .

ميل في غير الكرة المنتصبة «و» وليكن ذلك التقرير (١) لجزيرة (٢) رودس (٣) التي ذكرناها (٤) على أننا إذا تحققنا مطالع ربع واحد كفأنا ذلك في غيره لما عرفناه (٥) فليكن (٦) أ ب ج د (٧) نصف النهار : ب هـ د (٨) نصف دائرة الأفق و : أ هـ ح (٩) نصف دائرة (١٠) المعدل و : ر ح ط نصف دائرة البروج و : ح النقطة الربيعية وليكن دك (١١) ارتفاع القطب بها و : ك نقطة القطب وليمر بها ربع دائرة كبيرة تجتاز على تقاطع المائل والأفق وهي نقطة ل إلى م ولتكن ح ل برجا واحدا مثلاً وهو الحمل والمطلوب (١٢) مقدار هـ ح وبين أن نسبة جيب ك د (١٣) إلى جيب د ح (١٤) مؤلفة من نسبة جيب ك ل إلى

نفرض أ ب ح د دائرة نصف النهار ، ب هـ د الأفق ، أ هـ د معدل النهار (شكل ٣٠) ولتكن نقطة ر هي الاستواء الخريفي ، ح إحدى نقط البروج المعلومة فيكون هـ ر مطلع القوس ح ر أما إذا كانت نقطة ط الاستواء الربيعي ، ح نقطة على بعد من أحد الانقلابين مساو لبعد النقطة المعلومة فإن هـ ط يكون مطلع القوس ح ط

∴ مجموع مطالعها = هـ ر + هـ ط = ط ر

ولنفرض أن ل هـ هو القطب ونصل ل هـ ليقطع أ هـ ح في نقطة ل .

عند خط الاستواء يكون القطب واقفاً على الأفق ويكون معدل النهار ماراً بسمت الرأس عمودياً على الأفق أي أنه في نفس شكل (٣٠) يقوم ل هـ ل مقام الأفق وتقوم أ هـ ح مقام مقام معدل النهار وبذلك تقوم نقطة ل مقام نقطة هـ

∴ مطالع ح ر ، ح ط في خط الاستواء هي ل ر ، ل ط

لكن ل ر + ل ط = ط ر

∴ مجموع المطالع في العرض = مجموع المطالع في خط الاستواء وهو المطلوب

(١) ف ، سا ، د : التقرير

(٢) سا ، د : بجزيرة

(٣) د : رودس

(٤) [فلنبين كيف تعرف مطالع ميل في غير الكرة المنتصبة وليكن ذلك التقرير لجزيرة رودس التي ذكرناها] : في هامش ف .

(٥) د : عرفنا

(٦) ب : وليكن

(٧) سا : أ ب ح د

(٨) د : [و : ب هـ د]

(٩) ف ، سا ، د : [و : أ هـ ح]

(١٠) [نصف دائرة الأفق ، أ هـ ح نصف دائرة] : في هامش ف

(١١) د : و ل هـ

(١٢) ف ، سا ، د : فلنطلب

(١٣) د : در

(١٤) د : هـ ح

مطالع حل في الكرة المنتصبة وهو ^(٨) معلوم يبقى ^(٩) ح د معلوما (*) وقد خرج

- نفرض $A = D$ نصف النهار ، $B = H$ د الأفق ، $AH =$ المعدل وليكن $R = ط$ البروج يقطع المعدل في C والأفق في L أى أن C النقطة الربيعية ، CL قوس البروج المطلوب إيجاد مطلعها (شكل ٣١) .
فيكون HC هو المطلع المطلوب .

$$\frac{\text{خا ه م}}{\text{حا ه ح}} \times \frac{\text{ح ا ل ل}}{\text{ح ا ل م}} = \frac{\text{خا ل ل}}{\text{خا د ح}}$$

مطالع (١) الحمل بجزيرة رودس (يطيب) (٢) فيكون الحوت (٣) إذن
يطلع بثلاثها والميزان يتم الحوت (٤) مجموع مطالعها في الكرة المنتصبة والسنبلة
للحمل وإذا أخذ خط ح ل للحمل (٥) والثور جميعا وعلم ما للحمل وحده علم (٦)
ما للثور وحده وإنما يبقى حينئذ للثور (٧) (كب مو) وكذلك الدلو للحوت والأمد
للسنبلة والعقرب للميزان ولما كان أطول ما يكون من النهار وأقصره معاوما بذلك
العرض وهو بجزيرة (٨) رودس (يد) ساعة ونصف (٩) فبين أن الأجزاء
التي (١٠) من السرطان إلى القوس (١١) يرتفع (١٢) مع (ريزل) (١٣) زمانا
والباقي وهو (قمب ل) (١٤) للنصف الباقي فيكون الربعان المكتنفان للنقطة الربعية
معلومي (١٥) المطالع وكل (١٦) واحد منهما يطلع مع (غاية) (١٧) والربعان

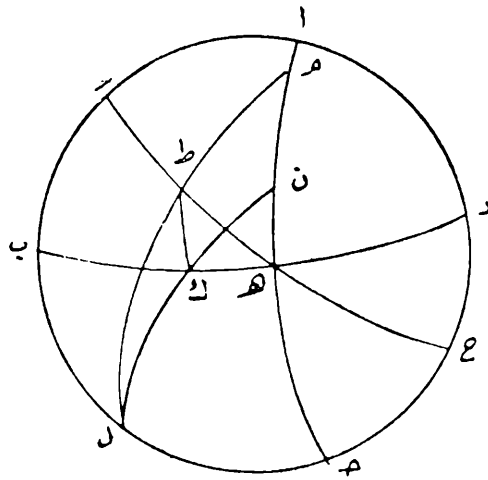
لكن ل د = ارتفاع القطب عن الأفق ، د ح = ٩٠ - ل د ،
ل د = ٩٠ ميل نقطة ل ، ل م = ميل نقطة ل ، ح د = ٩٠
∴ يمكن معرفة قيمة ه م

لكن ح م = مطالع قوس ح ل في خط الإستواء
∴ يمكن معرفة قيمة ه م - ح م = ه ح وهو المنظم ب

- (١) سا ، د : غير موجود
- (٢) سا : يط ب
- (٣) د الجواب
- (٤) ب : للحوت
- (٥) [وإذا أخذ خط ح ل للحمل] : غير موجود في سا
- (٦) [ما للحمل وحده علم] : في هامش ف
- (٧) سا : للثور حينئذ
- (٨) ب : جزيرة
- (٩) [يد ساعة ونصف] : في هامش ب ، ف
- (١٠) ب : [النصف الذي ١ - وفي ف : [النصف الذي] يشطوب ومكتوب بدلا منه
- [الأجزاء التي]
- (١١) د : مكرر
- (١٢) [يرتفع مع] : غير موجود في سا ، ويوجد بدلا منه [التي يخصها]
- (١٣) ب : ريز - وفي سا ، د : ل د ر ل
- (١٤) [وهو (قمب ل)] : غير موجود في سا ، د
- (١٥) ف ، سا ، د : الخريفية .
- (١٦) ف ، سا ، د : كل
- (١٧) د : غاية

المكتنفان للنقطة الحرفية (١) مع (قحمه) (٢) فيظهر (٣) من ذلك كم
يبنى للجوزاء (٤) والجدى وهى الأزمان الباقية فيكون لهما (كطير) (٥) ويبقى
لكل من السرطان والقوس (لهيه) وهذا قانون يمكنك أن تستخرج به لما هو أقل من
برج تمام (٦) « ر » ثم ذكر (٧) بطليموس لبيان ذلك وجهها آخر أسهل وأحكم . قال
ليكن أب ج د (٨) نصف النهار و : أ هـ ج (٩) نصف دائرة المعدل و : ر ط ح
نصف دائرة البروج و : هـ على أفق ب هـ د النقطة الربعية ولنفصل د ط قوسا
معلومة ولنجز (١٠) عليها ك ط ينقطع بالأفق قطعة موازية لمعدل النهار وليكن ل
قطب معدل النهار الجنوبي ولنجز ل ط م ، ل ك ن ربعين فمعلوم أن هـ م . ط ا نـع
هـ ط فى خط الاستواء لأن الأفق فيها (١١) بعينه هو (١٢) خط (١٣) ل ط م بالقوة .
وأما فى عرض هذا البلد فمطالعها مساوية لقوس م ن (١٤) من قبل أن ط ك مواز ل : من (١٥)
وشبيه (١٦) به لأنه فصلهما قوسان من القطب متشابهتان فإذا (١٧) كان شبيهها به كان طلوعه
معه لكن ط ك هى ما دار من الموازية من وقت ما كان ط على الأفق إلى أن صار هـ على

-
- (١) [والربعان المكتنفان للنقطة الحرفية] : غير موجود فى سا ، د ويوجد بدلا منه [والذان
للخمران] - وفى ف : العبارة الأولى موجودة والثانية فى الهامش .
(٢) ف : فح مه - وفى د : فح يه
(٣) فى هامش ب : [فبين أن الأجزاء التى من السرطان إلى القوس ينقصها ريزل زمانا والباقي
للنصف الباقى فيكون الربعان المكتنفان للنقطة الحرفية معلومى المطالع كل واحد منها يطلع مع قح مه والذان
للأخرى مع عا يه فيظهر] .
(٤) د : للجوار .
(٥) سا : ل ط - وفى د : كط .
(٦) سا : تام
(٧) سا : د كذ .
(٨) سا : ا ب ج د - وفى د : ا ب ج د دائرة .
(٩) سا : [ا ب ج] .
(١٠) ف : غير واضح .
(١١) سا : فها .
(١٢) سا ، د : غير موجود .
(١٣) سا : ح ط .
(١٤) سا : م يه .
(١٥) سا : موازى .
(١٦) سا : [ل : مد] .
(١٧) سا : وإذا .



شكل (٣٢)

الأفق فيكون هـ ن (١) هو فضل مطالع خط الاستواء على مطالع هذا العرض وقد يغلط في هذا الشكل فيظن (٢) أن نقطة ط لما كانت على الأفق كانت نقطة م أيضا على الأفق وطلعتا (٣) معا أعني هـ ط ، هـ م وليس كذلك بل إنما يكونان معا على أفق خط الاستواء وأما هـ ن هنا فإنما كان مع ط على أفق ب هـ نقطة أخرى بعدها من هـ بعدم من ن (*) فلنكتب شكلا مختصرا في (٤) هذا وليكن أ ب ج د دائرة نصف

(١) د : ح ر .

(٢) ف ، سا ، د : الظن .

(٣) سا : وطلعتا .

(*) الفرق بين مطالع خط الاستواء ومطالع العرض :

نفرض **ا ب ج د** دائرة نصف النهار ، **ا هـ ح** دائرة معدل النهار ، **ب هـ د** الأفق ، **ر ط ح** البروج ولتكن نقطة الإستواء الربيعي على الأفق أى عند نقطة **هـ** تقاطع الأفق مع المعدل فإذا أخذنا القوس **هـ ط** من البروج فالمطلوب التفرقة بين مطالعها في خط الاستواء ومطالعها في العرض (شكل ٣٢) نفرض أن **ل** هي القطب الجنوبي ونرسم القوس **ل ط م** لتقابل معدل النهار في نقطة **م** . مطالع **هـ ط** في خط الإستواء هي القوس **هـ م** لأنه عند خط الإستواء يكون القطب على الأفق أى أن **ل ط م** هو الأفق فتكون نقطة **ط** طالعة ومعها نقطة **م** فإذا طلع **هـ ط** بأكمله طلع معه القوس **هـ م** .

أما لمعرفة مطالع **هـ ط** في العرض نرسم القوس **ط ل** موازيا لمعدل النهار فيقطع الأفق في **ل** ثم نرسم القوس **ل ل** ليلاق المعدل في **ن** فيكون طلوع القوس **هـ ط** مصحوبا بطلوع القوس **ط ل** أى مصحوبا بزاوية **ط ل ل** . لكن هذه الزاوية تقابل القوس **م ن** عند معدل النهار .

∴ مطالع **هـ ط** في العرض هي القوس **م ن** .

والفرق بين مطالعها في خط الإستواء ومطالعها في العرض هي القوس **هـ ن** .

(٤) ف ، سا ، د : من .

(۱) د : و .
(۲) د : ط
(۳) ب ، ف : غیر واضح .
(۴) د : ط ر
(۵) ب ، ف : غیر واضح .
(۶) سا ، د : غیر موجود - وفی ف : غیر واضح .
(۷) سا ، د : وجیب
(۸) سا : فبق .
(۹) سا : حر
(۱۰) د : ل
(۱۱) ف ، سا ، د : یبق
(۱۲) [وهو تمام الميل] : غیر موجود فی سا ، د .
(۱۳) سا ، د : علم .
(۱۴) ف ، سا : [و : ل ه] .
(۱۵) [ف : ل ه معلوم] : فی هاشب .

و : ل ه (١) هو التفاوت بين مطالعه في العرض ومطالعه في الاستواء وإذا
أنقص (٢) من مطالعه (٣) في (٤) الاستواء علم (**) . ورسم بطليموس جداول
المطالع فرسم النصف الأول الطولاني للبروج والثاني لعشرات عشرات (٥) من
أجزائها لأن ما دون ذلك لا يعتد باختلافه والجداول الثالث لدرج الأزمان ودقائقها
والجداول الرابع لجميع الحمل (٦) من (٧) ابتداء الربيع (٨) فقد بان لك من جميع
ما تقدم أنك (٩) إذا حسبت ربعا (١٠) واحدا (١١) أكفأك (١٢) .

(١) [معلوم و : ل ه] : في هامش ف - وفي سا : [و : ل م]

(٢) ب ، سا ، د : نقص .

(٣) سا ، د : مطالع .

(٤) سا ، د : غير موجود .

(٥) تعيين المطالع في العرض :

نفرض Γ - د دائرة نصف النهار ، Δ - المعدل ، ω - الأفق (شكل ٣٣) وليكن ر
القطب الجنوبي ونقطة ϵ هي المنقلب الشتوي على الأفق ، λ نقطة أخرى على الأفق . نرسم القوسين
ر ط ، ر λ ل يقابلا المعدل في ط ، ل فيكون ω ل هو الفرق بين مطالع λ في خط الاستواء
ومطالعه في العرض .

والآن في الشكل القطاع ر ط ه ل ر :

$$\frac{\text{ح ط ع}}{\text{ح ر ع}} = \frac{\text{ح ط ه}}{\text{ح ه ل}} \times \frac{\text{ح ل ل}}{\text{ح ل ر}} \quad (\text{نظرية ١٠})$$

لكن ط ع = الزاوية بين المنقلب الشتوي ومعدل النهار = الميل كله أو الميل الأعظم ، ر ع = ٩٠ - ط ح ،
ط ه = $\frac{1}{4}$ (أطول نهار - أقصر نهار) ، ل ل = ميل النقطة λ ، ل ر = ٩٠ - الميل .

∴ يمكن معرفة ω ل وهو الفرق بين المطالع في خط الاستواء والمطالع في العرض .

∴ يمكن معرفة المطالع في العرض .

(٥) سا : لعشران عشران .

(٦) سا ، د : الحمل .

(٧) سا ، د : غير موجود .

(٨) د : الربيع .

(٩) د : افك .

(١٠) د : ربيع .

(١١) سا : غير موجود .

(١٢) سا : كفأك والله الموفق .

فصل

في الأشياء الجزئية التي تعلم من المطالع (١)

ومما (٢) يعرف من المطالع أمر (٣) مقدار النهار والليل إذا عرف جزء الشمس أما النهار فبأن يحسب أزمان قوس النهار بحسب البلدان من جزء الشمس إلى الدرجة المقابلة لها وأما الليل فبالعكس فيكون (٤) كل خمسة عشر منها ساعة استوائية فإذا جمعناها وقسمناها على اثني عشر حصلت أزمان الساعات المعوجة وتعرف المعوجة بوجه آخر أسهل (٥) وهو أن نأخذ سدس (٦) تفاضل الحمل الموضوعة في جداول المطالع أما بالنهار (٧) فمن درجة الشمس وأما بالليل (٨) فمن المقابل لها فتزيده على الأزمان الخمسة عشر للدرجة الشمالية وتنقصه للجنوبية (٩) وأعني بتفاضل الحمل تفاضل الحمل (١٠) الموضوعة في الدائرة الموازية لمعدل النهار والحمل الموضوعة لها في الدائرة الموازية للإقليم (١١) وذلك لأن هذا التفاضل (١٢) هو بحسب ربع دائرة ويخص ست ساعات فإن كان المعلوم لنا هو الساعة المعوجة فإننا نضربها في أزمان ساعات ذلك النهار أو الليل فما حصل قسمناه على خمسة عشر وهو بعكس رد الاستوائية إلى المعوجة وأيضاً إن كانت الساعة المعوجة معلومة استخرجنا منها (١٣) المطالع (١٤) بأن نجمع (١٥) أزمانها ونأخذ من درجة الشمس نهاراً ومن مقابلتها (١٦) ليلاً إلى آخرها (١٧) ونأخذ ما يحذاء

(١) [فصل في الأشياء الجزئية التي تعلم من المطالع] : غير موجود في [سا ، د .

(٢) سا ، د : مما .

(٣) ب : غير موجود - وفي ف : في الهامش .

(٤) سا : ويكون . (٥) سا ، د : ليسهل .

(٦) د : س س . (٧) ف ، سا ، د : النهار .

(٨) ف ، سا ، د : الليل .

(٩) سا : الجنوبية .

(١٠) [تفاضل الحمل] : مكرر في د .

(١١) د : للأقاليم .

(١٢) ف : الفاضل .

(١٣) سا ، د : منه .

(١٤) ف : المطالع .

(١٥) د : بجميع .

(١٦) سا : مقابلته - وفي د : مقابله .

(١٧) سا ، د : آخره .

تلك المطالع بحسب العروض على توالى البروج فحيث انتهينا فهو الطالع فإن أردنا درجة وسط السماء ضربنا الساعات المعوجة من بعد (١) نصف نهار اليوم الماضى إلى تلك الساعة فى عدد (٢) أزمانها (٣) يعنى الساعات النهارية فى الأزمان النهارية والليالية فى الليالية والخلط فى الخلط كل فى نظيره ونجمع الجميع إلى مطالع جزء الشمس (٤) ثم (٥) نبقى ذلك من الدرجة على توالى البروج بحسب مطالع الاستواء فما بلغ فهو درجة وسط السماء فوق الأرض فإن (٦) كان المعلوم الطالع وأردنا (٧) وسط السماء فوق الأرض (٨) أخذنا جملة العدد المكتوب بإزاء الطالع فتنقص منه تسعين (٩) زمانا ونأخذ ما بإزاء الأزمان التى تبقى من مطالع خط الاستواء من درج البروج وإن كان المعلوم وسط السماء فإننا نزيد عليه على (١٠) ذلك الوجه تسعين (١١) زمانا ونأخذ ما بإزائه بحسب مطالع البلد ومن البين أن الساكنين تحت دائرة واحدة من دوائر نصف النهار فإن الساعات الاستوائية التى لبعد الشمس عن نصف نهارهم أو (١٢) نصف ليلهم متساوية والذين يسكنون فى دوائر نصف (١٣) النهار مختلفة فإن ذلك يختلف (١٤) عندهم بالتقديم والتأخير بمقدار الأجزاء بين دوائرهم من معدل أنهار .

(١) سا ، د : غير موجود .

(٢) د : حدة .

(٣) سا : أزمانهم .

(٤) [يعنى الساعات النهارية فى الأزمان النهارية والليالية فى الليالية والخلط فى الخلط كل فى نظيره ونجمع الجميع إلى مطالع جزء الشمس] : فى هامش ب - وفى سا ، د : غير موجود .

(٥) سا : غير موجود .

(٦) د : و ان .

(٧) د : فأردنا .

(٨) [فإن كان المعلوم الطالع وأردنا وسط السماء فوق الأرض] : غير موجود فى سا .

(٩) د : تسعين .

(١٠) ب : فى .

(١١) د : تسعين .

(١٢) ب : و .

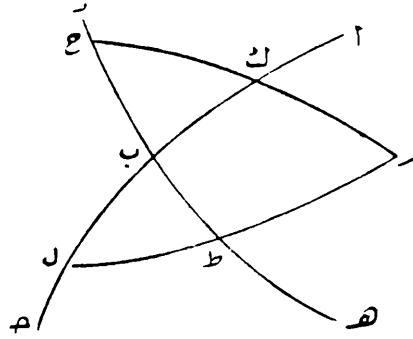
(١٣) سا : لنصف .

(١٤) د : مختلف .

فصل

في معرفة الزوايا التي تحدث من تقاطع دائرتي البروج ونصف النهار (١)

ثم شرع (٢) بعد ذلك في تبين (٣) حال (٤) الزوايا الواقعة بين دائرة البروج وبين (٥) دائرة نصف النهار فقال الزاوية القائمة في قسي (٦) الكرة هي التي يمكن أن توتر (٧) ربع دائرة من الكبار التي (٨) نقطة تلك الزاوية قطب لتلك الدائرة فيكون نسبة تلك الزاوية إلى أربع زوايا تحدث من تقاطع قسي كبار نسبة تلك القوس إلى دائرة هي أربعة (٩) أمثالها وهي دائرتها فتكون موثرة (١٠) لتسعين جزءا والزوايا المطلوب قسمها (١١) ومقاديرها ها هنا هي الحادثة من تقاطع المائلة ونصف النهار ومن تقاطع المائلة والأفق ومن تقاطع المائلة ودائرة السمات الخارجة من سمت الرأس إلى الجزء المفروض وهذا البيان مع أنه نافع جدا فهو ضروري في بيان اختلاف المنظر للقمر قال: ولنجعل كلامنا في الزاوية الشرقية الشمالية من الزوايا الأربع (١٢) الحادثة



شكل (٣٤)

(١) [فصل في معرفة الزوايا التي تحدث من تقاطع دائرتي البروج ونصف النهار] : غير

موجود في سا ، د .

(٢) سا ، يشرع .

(٣) د : تبين .

(٤) سا : حالة .

(٥) [دائرة البروج وبين] : غير موجود في د .

(٦) سا ، د : قسي .

(٧) ب ، ف : غير واضح - وفي سا : توتر - وفي د : يوتر .

(٨) د : والتي .

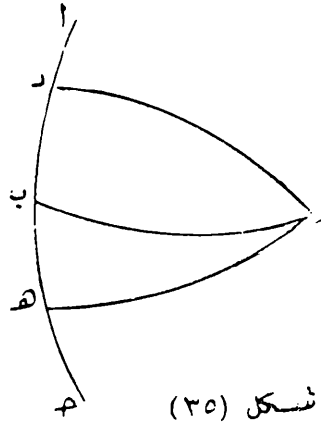
(٩) سا : أربع .

(١٠) ب ، ف : غير واضح - وفي سا : موثرة .

(١١) ف : قسمها - وفي د : قسمها - وفي سا : قسمها .

(١٢) سا : الأربعة

ولنجعل (١) الابتداء منها (٢) مما يحدث من المائلة ودائرة نصف النهار للسهولة فأول البيانات (٣) أن كل نقطتين متساويتى البعد من إحدى (٤) نقطتي (٥) الاستواء فإنها يحدثان (٦) الزاويتين المذكورتين متساويتين (٧) فليكن أب ح من معدل النهار و : دب هـ (٨) من المائل و : ر (٩) قطب معدل النهار و : ب (١٠) النقطة الاستوائية و : ب ح و : ب ط متساويتان وقوسا رك ح ، ر ط ل (١١) من دائرتين لنصف النهار فلأن مثلثي لك ب ح ، ب ط ل (١٢) متساويا (١٣) الأضلاع على ما علم فمتشابهان (١٤) فزاوية ح (١٥) مثل نظيرتها (١٦)



-
- (١) سا : فلنجعل .
 (٢) د : غير موجود .
 (٣) سا : النباتات .
 (٤) سا : غير موجود .
 (٥) د : نقطة .
 (٦) سا : مختلفان .
 (٧) د : متساويتان .
 (٨) د : [و : ح ب هـ] .
 (٩) سا ، د : و .
 (١٠) سا ، د : [و : ر] .
 (١١) ف : ر ل ل .
 (١٢) ف : ل ح ب ، ب ط ل .
 (١٣) د : متساوي .
 (١٤) سا : فيشابهان - وفي د : متشابهان .
 (١٥) سا ، د : ح .
 (١٦) د : نظيرتها .

ب ط ل (١) بل (٢) زاوية ر ط د (٣) المقاطعة (٤) (*) لها «ى» وأيضا ليكن أب ج من فلك البروج و : ب منقلب فنقول إن القوسين المتساويتين (٥) في البعد منه مثل (٦) ب ه ، ب د فالزاويتان الشرقيتان من جهة واحدة الواقعتان (٧) عليهما من دائرة (٨) نصف (٩) النهار مساويتان (١٠) لقائمتين كزاويتي رد ب ، ر ه ج (١١) لأن ر ه ج (١٢) مساوية مع ر م ب لقائمتين وزاويتا ر ه ب ، رد ب متساويتان (١٣) لأنها يوتران قوس (١٤) رد ، ر ه (١٥) وهما متساويتان (١٦) لأنها من القطب إلى نقطتين متساويتين

(١) سا : ل ط ، ب ل - وفي د : ب ط رب - وفي ف : ل ب ط

(٢) سا : غير موجود .

(٣) د : ر ط

(٤) سا : وهى المقاطعة .

(*) نظرية (١٤) عند عبور نقطتين من دائرة البروج متساويتى البعد عن إحدى نقطتي الاعتدالين تكون الزاوية بين دائرة البروج ونصف النهار واحدة في الحالتين (مع مراعاة قياس الزاويتين في اتجاه واحد) .

البرهان : في شكل (٣٤) ا ب ح معدل للنهار ، د ه البروج حيث ب نقطة الاعتدال نأخذ نقطتي ع ، ط على البروج بحيث يكون ب ع = ب ط فإذا كان ر هو قطب معدل النهار فإن دائرة ر ل ه هى نصف النهار عند عبور نقطة ع ودائرة ر ط ل هى نصف النهار عند عبور نقطة ط والمطلوب إثبات أن ر ع ب = ر ط ه

حيث أن نقطتي ع ، ط متساويتى البعد عن نقطة الاعتدال .

∴ ميلاهما متساويان ومطالعهما متساويان ∴ ر ع = ر ط ، ل ع = ل ب

في المثلثين ر ع ب ، ل ط ب : ر ع = ر ط ، ل ع = ل ب ، ب = ب (فرضا) .

∴ المثلثان متساويان وينتج أن ر ع ب = ل ط ب = ر ط ه وهو المطلوب .

(٥) سا : د : المتساويتين .

(٦) سا : غير موجود .

(٧) د : الواقعتان .

(٨) سا ، د : دائرتين .

(٩) سا ، د : لنصف .

(١٠) د : متساويتان .

(١١) ف : رد ب ، د ه - وفي سا ، د : رد ب ، ر ه ج .

(١٢) سا ، د : ر ه ج .

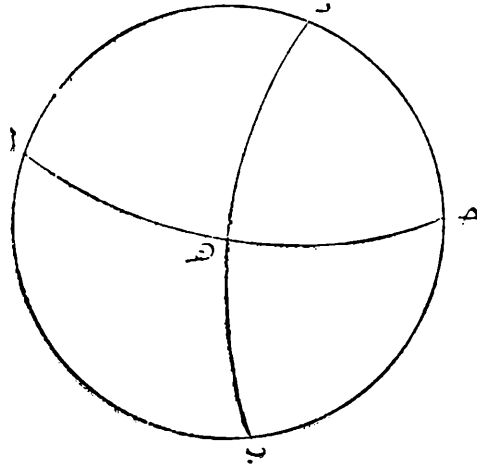
(١٣) سا : متساويتان لأن د ه متساويتان - وفي د : متساويتان لأن د ه متساويتان .

(١٤) سا ، د : قوس .

(١٥) سا : د ه .

(١٦) [يوتران قوسى رد ، ر ه وهما متساويتان] : في هامش ب - وفي سا ، د : متساويان

الميل فيها تماما ميل واحد. «يا» وأيضا فلنبين أن زاويتي المنقلبين عن نصف النهار قائمتان فليكن ab \propto د لنصف النهار و : $أه$ \propto لنصف المائل و : $أ$ المنقلب الشتوى ونجعل $أ$ (١) قطبا وندير دائرة (٢) $د ه ب$ على بعد ضلع المربع ويكون قوس $د ه$ ربع



شكل (٣٦)

(**) نظرية (١٥) عند عبور نقطتين من دائرة البروج متساويتي البعد عن إحدى نقطتي الانقلابين فإن مجموع الزاويتين بين البروج ونصف النهار يكون ١٨٠° (مع مراعاة قياس الزاويتين في اتجاه واحد).

البرهان في شكل (٣٥) ليكن $أ ب$ - دائرة البروج ونقطة $ب$ إحدى نقطتي الانقلابين ولناخذ نقطتي $د$ ، $ه$ على البروج على بعدين متساويين من نقطة $ب$ أي أن $ب د = ب ه$ - ولنفرض أن $ر$ قطب معدل النهار فيكون $ر د$ نصف النهار عند عبور نقطة $د$ ، $ر ه$ نصف النهار عند عبور نقطة $ه$ ويكون زاويتا التقاطع (مع مراعاة الاتجاه) $ه ر د$ ، $د ر ه$.

والمطلوب إثبات أن $ر د ه + ر ه د = ١٨٠^\circ$ حيث أن نقطتي $د$ ، $ه$ متساويتي البعد عن نقطة الانقلاب.

∴ ميلهما متساويان . ∴ $ر د = ر ه = ٩٠^\circ$ - الميل

في المثلثين $ر د ب$ ، $ر ه ب$: $ر د = ر ه$ ، $ب د = ب ه$ ، $ر ب$ مشترك .

∴ ينطبق المثلثان وينتج أن $ر د ب = ر ه ب$

لكن $ر ه ب = ١٨٠^\circ - ر ه د$ ∴ $ر د ب + ر ه د = ١٨٠^\circ$ وهو المطلوب

(١) $د$: ونجعلها .

(٢) $د$: غير موجود .

دائرة لأنه (١) يمر (٢) على قطبه وعلى قطب البروج دائرة أب ح د ف: دأه (٣) قائمة (*) وبذلك نعرف الزاوية الصيفية «يب» وليكن في مثل (٤) ذلك أب ح د لنصف النهار (٥) و: أه ح (٦) نصف (٧) دائرة معدل النهار (٨) و: أ ر ج (٩) نصف دائرة البروج و: أ الاستواء (١٠) الخريفي وعلى قطبه (١١) نصف دائرة برده (١٢) فلأن دائرة أب ح د تمر (١٣) على قطبي دائرة ب ه د وقطبي (١٤) دائرة أه ح فيكون أه ، ه د كل واحد على القطبين فيكون أه ، ه د كل واحد (١٥) منها ربع دائرة ف: ر هو المنقلب الشتوي و: ر ه معلوم فجميع ر د

(١) ف ، سا : لأنها .

(٢) ف ، سا : تمر .

(٣) سا ، د : [و : ر أه] .

(٥) نظرية (١٦) : عند عبور إحدى نقطتي الانقلابين تكون الزاوية بين دائرة البروج ودائرة نصف النهار قائمة .

البرهان في شكل (٣٦) أ ب ح د دائرة نصف النهار ، أ ه ح دائرة البروج حيث أ الانقلاب الشتوي في حالة عبور لدائرة نصف النهار .

والمطلوب إثبات أن زاوية أ = ٩٠°

نرسم القوس د ه ب التي قطبها نقطة أ .

$$\therefore \angle د ه ب = \angle د ه ب = \angle د ه ب = ٩٠^\circ$$

$$\therefore \angle د ه ب = \angle د ه ب = \angle د ه ب = ٩٠^\circ$$

∴ نقطة ح أيضا قطب دائرة د ه ب .

$$\therefore \angle د ه ب = \angle د ه ب = ٩٠^\circ \therefore \text{نقطة د قطب البروج أ ه ح}$$

$$\therefore \angle د ه ب = ٩٠^\circ \text{ وهو المطلوب .}$$

(٤) سا : ميل .

(٥) [أ ب ح د لنصف النهار] : غير موجود في د .

(٦) د : أه ح .

(٧) د : مكرر .

(٨) [أ ب ح د لنصف النهار] : أه ح نصف دائرة معدل النهار : غير موجود في سا .

(٩) سا : أ ه ح - وفي د : أ ر ج

(١٠) ف : والاستواء .

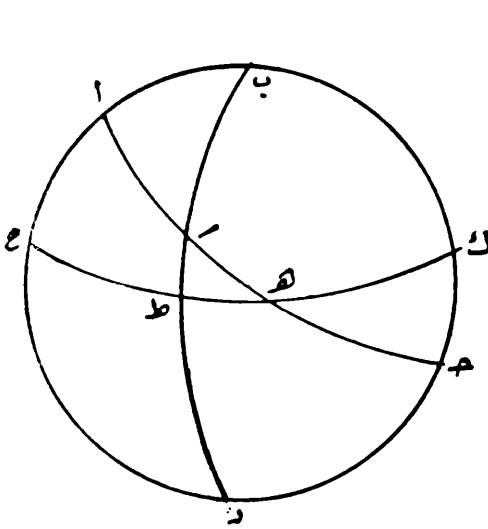
(١١) د : قطب .

(١٢) د : أ ه ح و

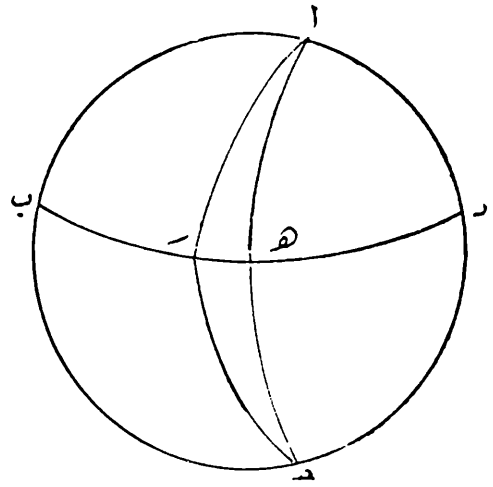
(١٣) سا : مرت .

(١٤) [زاوية د ه ب وقطبي] : غير موجود في سا .

(١٥) [على القطبين فيكون أ ه ، ه د كل واحد] : في هامش ب .



شكل (٣٨)



شكل (٣٧)

معلوم ويوتر زاوية ر أ د فهي والباقية معلومة (١) (**). وأيضاً فليكن (٢) في هذا الشكل ب رد نصف دائرة البروج و : ب ر السنبلة و : ر النقطة (٣) الخريفية و : أ ر هـ - نصف دائرة معدل النهار وعلى قطب أ (٤) نصف دائرة من الكبار وهي

(١) ب : المعلومة .

(**) نظرية (١٧) عند عبور إحدى نقطتي الاستوائين تكون الزاوية بين دائرة البروج وبين دائرة نصف النهار = $90^\circ +$ الميل الأعظم أو $90^\circ -$ الميل الأعظم .

(لم يذكر ابن سينانص النظرية صراحة وإنما بدأ البرهان مباشرة) .

البرهان : في شكل (٣٧) ايكن ا ب - د دائرة نصف النهار ، ا هـ - دائرة معدل النهار ،

ا ر - دائرة البروج حيث ا نقطة الإستواء الخريفي عند العبور .

نرسم دائرة ب ر د هـ التي قطبها نقطة ا .

∴ دائرة نصف النهار ا ب - د تمر على قطبي دائرة ب هـ د وعلى قطبي دائرة معدل النهار ا هـ -

∴ قطبي ا ب - د يقعان على دائرتي ا هـ - ، ب هـ د

∴ نقطة هـ هي أحد القطبين .

∴ ا هـ - د = 90° .

لكن ا ر - 90° ونقطة ا هي الاستواء الخريفي فتكون نقطة ر هي المنقلب الشتوي

∴ ر د = $90^\circ +$ الميل الأعظم .

∴ ر ا د = $90^\circ +$ الميل الأعظم ، ر ا ب = $90^\circ -$ الميل الأعظم وهو المطلوب

(٢) ف : في الهامش .

(٣) سا ، د : غير موجود .

(٤) هـ : غير موجود .

ك ه ط ح فقد مر أب ح د (١) على قطبي دائرتي أر ح ، ك ط ح (٢) وكل واحد من (٣) أح ، ه ح (٤) ربع دائرة و : أه لا محالة ربع دائرة (٥) فيكون (٦) نسبة جيب ب أ إلى جيب أح وهما معلومان مؤلفة من نسبة جيب ب ر (٧) إلى جيب ر ط (٨) ومن نسبة (٩) جيب (١٠) ه ط إلى جيب ه ح ، ب ر السنبلة معلوم والطالع وهو ط معلوم (١١) ف : ر ط معلوم و : ه ح الربع (١٢) معلوم ف : ه ط (١٣) وهو المطلوب معلوم ، ه ك معلوم فجميع ك ه ط معلوم فزاوية ك ب ط معلومة (*)

(١) د : أ ب ح د .

(٢) ف : أ ر د ، ل ط ح .

(٣) [وكل واحد من] : غير موجود في سا ، د .

(٤) ف : أ ح ، ه - و في سا ، د : [ف : أ ح ، ه ح] .

(٥) [و : أ ه لا محالة ربع دائرة] : غير موجود في سا ، د .

(٦) سا ، د : ولتكن .

(٧) د : ي ب .

(٨) د : ي ط .

(٩) [ومن نسبة] : غير موجود في سا ، د .

(١٠) سا ، د : وجيب .

(١١) [والطالع وهو ط معلوم] : في هامش ب ، ف

(١٢) سا : الرابع .

(١٣) ب : [و : ه ط]

(هـ) تعيين الزاوية بين دائرة البروج ونصف النهار عند عبور نقطة معينة من البروج :

في شكل (٢٨) ليكن أ ب ح د دائرة نصف النهار ، ب ر د دائرة البروج ، أ ر ه ح معدل

النهار حيث نقطة ر الإستواء الخريفي وليكن ب و برج السنبلة عند عبور أول البرج وهو نقطة ب والمطلوب تعيين زاوية ب ر ه .

نرسم الدائرة ل ط ه ط ح التي قطعها نقطة أ .

∴ دائرة أ ب ح د تمر على قطبي دائرة أ ر ه و قطبي دائرة ل ط ح .

∴ أ ح - ه ح - ٩٠ .

في الشكل القطاع ح ب ر ه ح :

$$\frac{\text{ح أ ب}}{\text{ح أ ح}} = \frac{\text{ح أ ر}}{\text{ح أ ط}} \times \frac{\text{ح أ ه}}{\text{ح أ ح}} \quad (\text{نظرية ١٠})$$

لكن ب أ - ميل نقطة ب ، أ ح - ٩٠ : ب ر - ٢٠ ، ه ح - ٩٠ .

وبما أن الطالع ط معلوم ∴ ر ط معلوم

∴ يمكن معرفة ه ط أي نعرف القوس ل ط ه ط

أي أن ل ط ب ط تصبح معلومة وهو المطلوب

وهي المطلوب (١) ويكون زاوية العقرب معلومة وزاويتا (٢) الثور والحويت الباقيتان (٣) عن قائمتين معلومتين وأيضا إن أنزل (٤) رب (٥) أجزاء أخرى من النقطة الخريفية (٦) علمت الزاوية وعلم مقابلها في الجهة الأخرى من النقطة (٧) ومقابلها (٨) من جهة المنقلب فعلمت الزوايا كلها .

فصل

في معرفة الزوايا التي تحدث من تقاطع دائرتي البروج والأفق (٩)

أما الزوايا الحادثة عن المائل وأفق (١٠) الاستواء فيبين (١١) أنها تكون كالتي عن المائل ونصف النهار ، وأما التي في العروض (١٢) فنقول إن الزاوية التي تحدث عن الأفق وقوس من المائل لها بعد محدود من نقطة استوائية (١٣) والقوس طالعة مساوية لنظيرتها التي تحدث عن الأفق وقوس من المائل (١٤) لها ذلك البعد عن تلك النقطة بعينها والقوس (١٥) تحت الأرض «يد» فليكن أ ب ح د لنصف النهار

وبالمثل لو اعتبرنا نقطة ب أي درجة أخرى من درجات البروج يمكننا معرفة الزاوية المطلوبة .

(١) د : المطلوبة .

(٢) ب ، د : زاويتي .

(٣) ب ، د : الباقيتين .

(٤) سا : لم يزل

(٥) [أنزل رب] : غير واضح في ف .

(٦) سا ، د : غير موجود .

(٧) سا : القطة .

(٨) سا ، د : ومقابلة .

(٩) [فصل في معرفة الزوايا التي تحدث من تقاطع دائرتي البروج والأفق] : غير موجود

في سا ، د .

(١٠) د : واقف .

(١١) ب ، سا ، د : فيبين .

(١٢) سا ، د : العرض .

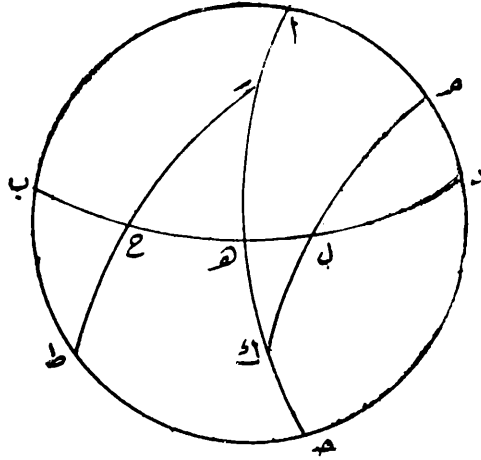
(١٣) د : استوائية .

(١٤) [بعد محدود من نقطة استوائية والقوس طالعة مساوية لنظيرتها التي تحدث عن الأفق وقوس

المائل : مكررة في هامش ف

(١٥) د : فالقوس .

و : أ هـ = معدل النهار و : ب هـ د الأفق و : م ل ك (١) قوس من المائل فوقانية (٢)
و : ر ح ط أخرى تحتانية (٣) مساوية له (٤) و : ر نقطة الاستواء (٥)
الخرقني (٦) طالعة و : ك هـي بعينها تحت الأرض فنقول إن زاويتي (٧)
هـ ح ر ، هـ ل ك متساويتان (٨) وذلك لأنه قد تبين أن مثلثي هـ ل ك ، ر هـ ح (٩)

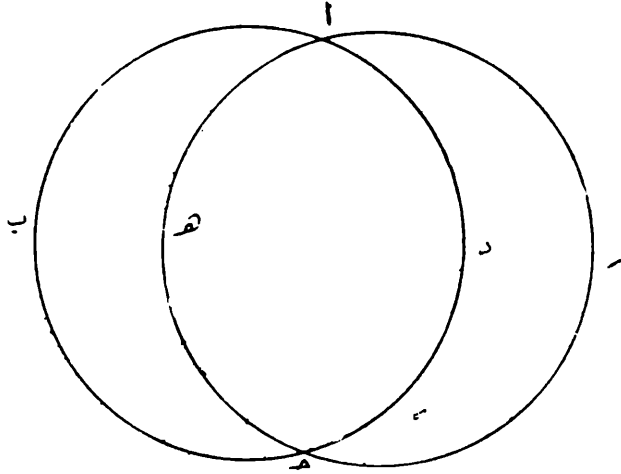


شكل (٣٩)

متساويا (١٠) الأضلاع والزوايا وأنه (١١) لا خلاف بين أن يجعل (١٢) قوس (١٣)

- (١) د : [و : م ل ا د] .
- (٢) سا : غير واضح .
- (٣) سا : غير واضح .
- (٤) ب : لما - وفي د : ل .
- (٥) ف : الإستوائية .
- (٦) ف : الخريفية .
- (٧) د : زاويتي هـ ح ر ، م ل د متساويتان لأن
- (٨) [أن زاويتي هـ ح ر ، هـ ل ل متساويتان] : مكرر في سا .
- (٩) ب : هـ ل ل ، هـ ح ر .
- (١٠) د : متساويتان .
- (١١) هـ : وأن .
- (١٢) سا : نجم
- (١٣) هـ : غير موجود - وفي ف : في الهامش

هـ ك قوسا غير قوس هـ ر بل مساوية لها وبين أن يجعلها (١) هى بعينها غاربة (٢) (*) .
 « به » وأيضا كل نقطتين متقابلتين (٣) من المائل مع الأفق فالزاوية (٤) الشرقية
 والغربية التى تقابلها (٥) من تحت مساويتان لقائمتين فليكن دائرة الأفق أب ح د (٦)
 ودائرة المائل أه جر (٧) ويتقاطعان على أ ، ح (٨) فلأن زوايتى رأ د ، دأ هـ



شكل (٤٠)

مثل (٩) قائمتين و : ر ح د مساو ل : رأ د فزاويتا دأ هـ ، د جر منه (١٠) معادلتن

(١) سا : نجعلها

(٢) د : غازية - وفى ف : غير واضح

(٣) نظرية (١٨) إذا أخذنا قوسين متساويين من دائرة البروج على جانبي إحدى نقطتي الاعتدالين

فإن الزاوية بين الأفق وبين أحد القوسين عندما يكون فوق الأفق تساوى الزاوية بين الأفق وبين القوس .
 الأخرى عندما يكون تحت الأفق

البرهان : فى شكل (٣٩) ليكن ا ب ح دائرة نصف النهار ، ا هـ ح دائرة معدل النهار ،

ب هـ د الأفق ، ر ح أحد القوسين فوق الأفق ، ل هـ القوس الأخرى تحت الأفق

وليكن هذان القوسان على جانبي إحدى نقطتي الاعتدالين (الإعتدال الحريفى مثلا) ويمثلها نقطة ل هـ

تحت الأفق ونقطة ر فوق الأفق

فى المثلثين ر ح هـ ، ل هـ ل هـ : ر ح = ل هـ ل (فرضا) ، ل هـ - هـ - ح -

سمة المشرق ، ر هـ = هـ ل هـ (المطالع)

∴ ينطبق المثلثان وينتج أن $\hat{ل} = \hat{ل}$ وهو المطلوب

ملحوظة : البرهان فى المخطوط غير واضح

(٣) سا : متقابلتين - وفى د : غير واضح

(٥) د : يقابلها

(٤) ف ، سا : بالزاوية

(٦) فى هامش ف : ا هـ ح ر

(٧) ب : [و : ا هـ ح ر المائل] بدلا من [و دائرة المائل ا هـ ح ر]

(٨) ف ، سا ، د : ا ، ح

(٩) سا : غير موجود (١٠) سا : غير موجود

لقائمتين (**) وإذا (١) كانت الزوايا التي تكون عند نقط (٢) متساوية البعد عن (٣) الاستواء وعند أفق (٤) واحد (٥) طالعة وغاربة واحدة (٦) متساوية فالزوايا الشرقية والغربية مجموعتين (٧) من كل نقطتين متساويتى (٨) البعد عن انقلاب واحد مساويتان لقائمتين وأعني بالزاوية الشرقية الشمالية التي في جهة المشرق والغربية الشمالية التي في جهة المغرب فإذا علمت الشرقية علمت الغربية لأنها ما بقي بعد قائمتين وقد يمكنك أن تفهمها (٩) من أشكال أول (١٠) هذا الباب فإن نقطة ح تحدد (١١) بعدا (١٢) من المنقلب يحده (١٣) نقطة ل بعينها وكانت زاوية رح هـ (١٤) مثل زاوية هـ ل ك تبقى دل ك (١٥) الغربية مع رح هـ (١٦) مثل قائمتين إذ (١٧) كانت

(**) نظرية (١٩) : عند نقطتي تقاطع دائرة البروج مع الأفق يكون :

زاوية التقاطع عند إحداها مقاسة فوق الأفق + زاوية التقاطع عند الأخرى مقاسة تحت الأفق = ١٨٠°
البرهان : في شكل (٤٠) ليكن ا ب ج د الأفق ، ا هـ ج ر البروج ، ونقطتي التقاطع هما

ا ، ب

$$\begin{aligned} & \text{والمطلوب إثبات أن د ا هـ + د ا ج = ١٨٠°} \\ & \text{ر ا د + د ا هـ = ١٨٠°} \quad \text{لكن ر ا د = د ا ج} \end{aligned}$$

$$\therefore \text{ر ا د + د ا هـ = ١٨٠°} \quad \text{وهو المطلوب}$$

(١) ف ، سا ، د : وإن

(٢) ف ، سا ، د : نقطة

(٣) د : عند

(٤) [وعند أفق] : غير موجود في سا

(٥) سا : أو أحد

(٦) سا : واحد

(٧) ب : مجموعتان - وفي سا : مجموعتين

(٨) د : متساوية

(٩) ف ، د : تفهمها

(١٠) د : غير موجود

(١١) سا : بعد

(١٢) سا : بعد ا

(١٣) ف : غير واضح - وفي سا : محده

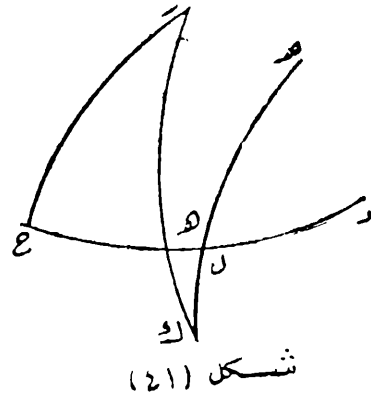
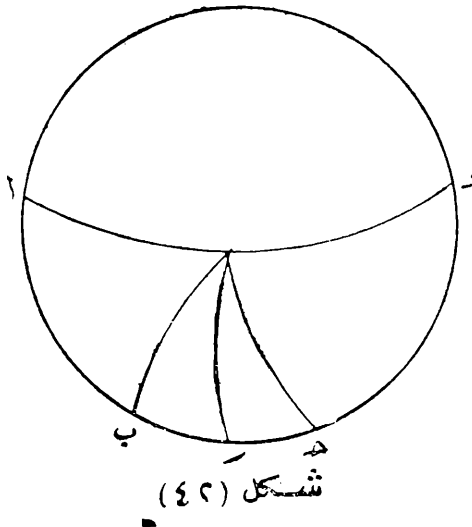
(١٤) ف : ب هـ - وفي د : ر هـ

(١٥) سا ، ف : م ل ل - وفي د : ب ل ل

(١٦) ف : ر هـ ج - وفي سا : ر هـ

(١٧) هـ : إذا

مع ه ل ك (١) مثل قائمتين (***) . «يو» فلنرسم حيث يكون ارتفاع (٢) القطب (٣) لو (٤) دائرة أب ح د لنصف النهار و : أه د شرقي الأفق و : ه ر ربع معدل النهار و : ب ه ربع المائل على أن ه النقطة الحريفية و : ه > (٥) ربع المائل على أن ه النقطة الربيعية فتكون (٦) ج الشتوية و : ب الصيفية وقوس در معلومة (٧)



(١) سا : ه ل

(***) نظرية (٢٠) عند شروق أو غروب نقطتين متساويتى البعد عن إحدى نقطتي الاعتدالين يكون مجموع زاويتي تقاطع البروج مع الأفق = ١٨٠° باعتبار إحدى الزاويتين فوق الأفق والأخرى تحت الأفق وفي نفس الاتجاه

البرهان : في شكل (٤١) ليكن د ه ب الأفق ، ونقطتا ج ، ل متساويتا البعد عن نقطة الاعتدال ، ولتكن ل نقطة الاعتدال عندما كانت ج على الأفق ، ر نفس النقطة عندما كانت ل على الأفق

والمطلوب إثبات أن ر ع ه + د ل ل = ١٨٠°

من نظرية (١٨) وجدنا أن ر ع ه - د ل ل = ه ل ل

لكن ه ل ل = ١٨٠° - د ل ل

∴ ر ع ه + د ل ل = ١٨٠° وهو المطلوب

(٢) ف في الهامش

(٣) سا ، د : [القطب ارتفاع] بدلا من [إرتفاع القطب]

(٤) د : كو

(٥) ف ، سا ، د : ه ح

(٦) سا ، د فيكون

(٧) ه ، د : معلوم

لأنها (١) ما تبقى (٢) بعد طرح (٣) ارتفاع القطب و : حر ، ب ر (٤) معامان
لأنها غاية الميل ف : ح د معلوم و : ب د (٥) معلوم (٦) و : ه قطب نصف (٧)
النهار فهذه الزوايا الواقعة عنده (٨) كلها معلومة فزوايتا (٩) مبدأ الميزان والحمل
معلوماتان (١٠) (*) «ير» ولنطلب مثلاً أن نعلم زاوية (١١) الثور الشرقية وليكن أب ح د
دائرة نصف النهار (١٢) وليكن ب ه د نصف الأفق الشرقى و : أ ه - (١٣) نصف
دائرة البروج وليكن ه أول الثور وقد تبين في هذا الإقليم وهذا المطلع على ما نعلمه (١٤)
أن الوند الأرضى يكون (١٥) يرما (١٦) من السرطان فقوس ه - (١٧) إذن

(١) ب ، سا ، د لأنه

(٢) سا مايتى (٣) سا : فى الهامش

(٤) ف ، د : [و : ح ر ، ب ر] - وفى سا [و : ح ر ، ب ر]

(٥) ف : [و : ب ل]

(٦) [و : ب د معلوم] : غير موجود فى سا

(٧) سا : غير موجود (٨) سا ، د : عند ه

(٩) ف ، سا ، د : فزوايا

(١٠) سا ، د : معلومان - وفى ف : معلومات وفى الهامش (معلومة)

(١١) تعيين الزاوية بين البروج والأفق عند شروق أو غروب إحدى نقطتي الاعتدالين

نفرض [و : ب د نصف النهار ، ه د الأفق حيث ه إحدى نقطتي الاعتدالين ، ه ر معدل
النهار (شكل ٤٢) . وليكن ه ب البروج إذا كانت ه الاعتدال الخريفى فتكون نقطة ب المنقلب
الصيفى . وليكن ه ح البروج إذا كانت ه الاعتدال الربيعى فتكون نقطة ح المنقلب الشتوى . والمطلوب
تعيين زاويتي ب ه د ، ح ه د

البرهان : قوس در = الزاوية بين معدل النهار وبين الأفق = ٩٠ - العرض

، ح ر = ب ر = الميل الأعظم

∴ ح د = در - ح ر = ٩٠ - العرض - الميل الأعظم

، ب د = در + ح ر = ٩٠ - العرض + الميل الأعظم

وحيث أن ه قطب نصف النهار

∴ ح د = ح ه د ، ب د = ب ه د وهو المطلوب

(١١) سا أن زاوية

(١٢) د : غير موجود

(١٣) سا ، د : [و : ب ر] - وفى ف : غير واضح

(١٤) سا ما تعلمه

(١٥) سا : غير موجود

(١٦) سا يرما - وفى د : فرما

(١٧) ف ، سا ، د : ه د

(۱) د قط ه
(۲) سا . بهد
(۳) سا ، د : ط ح
(۴) د : وایم
(۵) سا ، د : ر ح د ، ر ح ط
(۶) [عن معدل النهار معلوم وبعد معدل النهار عن نقطة ر وهي سمت ال
وهو ح ر] : غير موجود في سا ، د
(۷) ف ، سا ، د : ح ر
(۸) سا ، د : [وأيضاً ارتفاع القطب معلوم فبعد ل عن الأفق معلوم] .
(۹) د : ونقطة - وفي سا : ونقطة ونقطة .
(۱۰) سا ، د : غير موجود .
(۱۱) سا : [مره] بدلا من [من ه] .
(۱۲) سا ، د : فبعد .
(۱۳) [لأن ارتفاع القطب معلوم] : في هاشب .
(۱۴) د : كب .

الرجل يبقى (١) قوس رح معلومة (٢). فقوس رح معلومة تبقى قوس ح ط معلومة (٣) ونسبة جيب هـ د إلى جيب د ط مؤلفة من نسبة جيب هـ ح إلى جيب ح (٤) ومن (٥) نسبة (٦) جيب (٧) رح إلى جيب ر ط لكن قوس هـ د (٨) هي ما تبقى (٩) من الربع بعد طرح سعة المشرق (١٠) وهي (١١) قوس الأفق لأول (١٢) الثور بالبلد و : د ط تمام تسعين منه و : هـ ح ، جح (١٣) معلومان و : ر ط معلوم فيصير رح معلوما (١٤) فيبقى ح ط (١٥) معلوما وذلك بالجنوب فتصير زاوية ج هـ ط (١٦) معلومة (*).

- (١) [وهي سمت الرجل يبقى] : في هامش ف .
 (٢) [وهي سمت الرجل يبقى قوس رح معلومة] : في هامش ب .
 (٣) [فقوس رح معلومة تبقى قوس ح ط معلومة] : غير موجود في ف ، سا ، د .
 (٤) ف : رح - وفي سا ، د : د ح .
 (٥) سا ، د : غير موجود .
 (٦) سا ، د : ونسبة .
 (٧) سا : غير موجود .
 (٨) سا : ح د ، هـ د .
 (٩) سا : هو ما يبقى - وفي د : وهو ما يبقى .
 (١٠) سا ، د : المشرق الدرجة .
 (١١) سا ، د : وهو .
 (١٢) د : لأن .
 (١٣) د : [و : هـ ح ، د ح] .
 (١٤) [فيصير رح معلوما] : غير موجود في سا ، د .
 (١٥) سا ، د : ح ط .
 (١٦) ف : ح هـ د .
- (•) تعيين الزاوية بين البروج والأفق عند شروق أو غروب نقطة معينة من البروج
 نفرض α ح د نصف النهار ، β د الأفق ، γ البروج حيث γ أي نقطة على البروج
 ولتكن أول برج الثور δ . والمطلوب معرفة زاوية γ هـ د .
 البرهان : حيث أن γ ليست إحدى نقطتي الإعتدالين فهي ليست في اتجاه الشرق تماما أو الغرب تماما .
 $\therefore \alpha \neq \gamma \neq \beta \neq \delta \neq 90^\circ$ وليكن $\gamma > 90^\circ$
 نرسم قوسا قطبه نقطة γ ليقطع دائرة نصف النهار في نقطة ر وامتداد γ ح في ح وامتداد الأفق β هـ د في ط .
 \therefore قطب الأفق β هـ د يقع على نصف النهار α ح د ، $\therefore \gamma \neq \alpha = 90^\circ$
 \therefore ر قطب الأفق وهو هنا سمت الرجل أي أن ر ط = ر د = 90°
 ، \therefore بعد γ عن نقطة الاعتدال معروفة .
 \therefore نعلم القوس بين نقطة الاعتدال والأفق في اتجاه معدل النهار

فصل

في معرفة الزوايا الحادثة من تقاطع دائرة البروج

والدائرة المارة بقطبي الأفق (١)

وفي (٢) بيان مقادير هذه الزوايا يتبين (٣) مقادير القسي الكائنة من الدائرة المارة بقطبي الأفق التي (٤) بين سمت الرأس وبين (٥) تقاطع هذه الدائرة والدائرة (٦) المائلة (٧) كما ترى عن قريب . «يح» ونقول (٨) كل قوسين متساويين (٩) البعد عن انقلاب واحد متساويين (١٠) الزمان أي متساويين (١١)

∴ نعرف القوس بين نقطة الاعتدال ودائرة نصف النهار .

∴ يمكن معرفة ميل النقطة = وكذلك هـ =

لكن بعد نقطة ر عن معدل النهار معلوم = العرض

∴ ح = ر معلوم ∴ د = ٩٠ - ح = ر معلوم

وبالمثل نقطة ح تبعد ٩٠° عن نقطة هـ ∴ بعدها عن معدل النهار معلوم

، ∴ بعد ر عن معدل النهار معلوم ∴ ح ر يصبح معلوما .

والآن في الشكل القطاع ط ر ح هـ ط :

$$\frac{\text{ح د}}{\text{ح ط}} = \frac{\text{ح هـ}}{\text{ح ر}} \times \frac{\text{ح ر}}{\text{ح ط}} \quad (\text{نظرية ١٠})$$

لكن هـ د = ٩٠ - سمة المشرق ، د ط = ٩٠ - هـ د ، هـ ح معلوم ،

ح = ٩٠ - هـ ، ر ط = ٩٠ ،

∴ يصبح ر ح معلوما ∴ ح ط = ٩٠ - ر ح معلوم

∴ ح هـ ط معلومة وهي نفسها ح هـ د وهو المطلوب

(١) [فصل في معرفة الزوايا الحادثة من تقاطع دائرة البروج والدائرة المارة بقطبي الأفق] :

غير موجود في سا ، د .

(٢) ب : ومن .

(٣) ف : يبين - وفي ب ، د : بيان .

(٤) ب : فيما .

(٥) ف : في الهامش - وفي ب : و .

(٦) سا ، د : غير موجود .

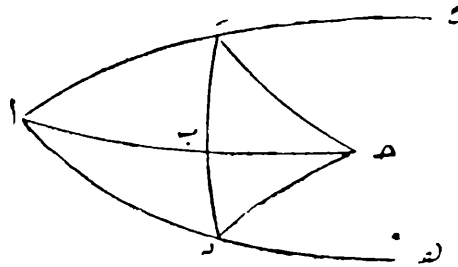
(٧) سا ، د : والمائلة . (٨) سا : فنقول .

(٩) ف : متساوي .

(١٠) ف ، د : متساوي .

(١١) د : لقسوى .

القوسين الموازيين (١) المرتسمين (٢) بحركتهما من النقطتين على جنبتي نصف
النهار شرقاً وغرباً (٣) فالزاويتان (٤) اللتان من جهة واحدة معادلتيان (٥) لقائمتين
وقوسا سمت إليهما متساويتان فليكن أ ب ح (٦) من نصف النهار و : ب نقطة
سمت الرأس و : ج قطب معدل النهار وقطعتا أ د هـ ، أ ر ح (٧) من (٨) انقلاب
واحد ونحو من انقلاب أ و : ر ، د متساويتا (٩) البعد عن انقلاب أ بل من قطب
ج و زمان ممر أ ر ، أ د واحد وقوسا ج ر ، ج د من قطب معدل النهار و : ب د ، ب ر
من سمت الرأس (١٠) فلأن أ ر ، أ د (١١) متساويان (١٢) فزاويتا ج متساويتان وضلعا



تنسكل (٢٢١)

رج، ب ج (١٣) متساويان لضلعي د ج ، جب (١٤) فقاعدتار ب ، ب د متساويتان والزوايا

-
- (١) سا ، د : المتوازيين .
 - (٢) د : المرتسمين .
 - (٣) [أى متساويى القوسين الموازيين المرتسمين بحركتهما من النقطتين على جنبتي نصف
النهار شرقاً وغرباً] : فى هامش ب ، ف .
 - (٤) سا : والزاويتان .
 - (٥) د : معادلتيان من واحدة معادلتيان .
 - (٦) ف : ا ب ح - وفى سا : ا د .
 - (٧) د : [ا ، هـ ا ب ، ا د ح] .
 - (٨) سا ، د : : غير موجود .
 - (٩) ف : متساويا - وفى سا ، د : متساويين .
 - (١٠) د : الرأس متساويان .
 - (١١) [فلأن ا ر ، ا د] : غير موجود فى سا .
 - (١٢) ب ، سا : متساويتان .
 - (١٣) د : رج .
 - (١٤) ف : ح د ، ح ب - وفى د : ح د ، ب د .

المتناظرة متساوية وقد تبين فيما (١) مضي أن ج د هـ ، ج ر أ (٢) معادلتان لقائمتين ولكن
ب د ج مثل ج ر ب (٣) نحصل (٤) ب ر أ ، ب د هـ (٥) معادلتان (٦) لقائمتين
وذلك ما أردنا أن نبين (*) «يط» وأيضا كل نقطة (٧) من دائرة (٨) البروج تكون
تارة شرقية عن (٩) نصف (١٠) النهار (١١) وتارة غربية بعيد سواء وأزمان سواء

(١) ف ، سا : بما - وفى د : بما .

(٢) سا : ح ر .

(٣) سا : ح ر ف .

(٤) سا : يحصل .

(٥) ف : در ا ، ب د هـ - وفى سا : در ، ا ب ، د هـ .

(٦) ف سا ، د : معادلتين .

(*) نظرية (٢٠) : إذا أخذنا نقطتين من دائرة البروج على بعدين متساويين من إحدى نقطتي

الانقلابين فإن مجموع الزاويتين الحادثتين بين البروج وبين الدائرتين الماريتين بالنقطتين وصحت
الرأس = ١٨٠° إذا قيس الزاويتان في اتجاه واحد .

البرهان : برهن ابن سينا هذه النظرية في حالة خاصة عندما اعتبر نقطة الانقلاب في حالة عبور

لدائرة نصف النهار . في شكل (٤٤) أخذ ا ب - دائرة نصف النهار حيث ا نقطة الانقلاب ، ب

سعت الرأس ، ح قطب معدل النهار ، ثم اعتبر ا ر ح ، ا د هـ جزءى البروج على جانبي نصف النهار

حيث ا ر - ا د .

والمطلوب إثبات أن $\hat{ا ر ا} + \hat{ا ب ا} + \hat{ا د هـ} = ١٨٠^\circ$

∴ $\hat{ا ر ا} = \hat{ا د هـ}$ ∴ ميل نقطتي ر ، د متساويان ∴ $\hat{ا ب ا} = \hat{ا د هـ}$ ∴

وكذلك زمن مر ا ر - زمن مر ا د ∴ $\hat{ا ر ا} = \hat{ا د هـ}$ ∴

∴ ينطبق المثلثان ا ر ح ، ا ب د وينتج أن

$\hat{ا ر ا} = \hat{ا ب ا}$ ، $\hat{ا ب ا} = \hat{ا د هـ}$ ∴

لكن $\hat{ا ب ا} + \hat{ا ر ا} + \hat{ا د هـ} = ١٨٠^\circ$ (نظرية ١٩)

∴ $\hat{ا ب ا} + \hat{ا ر ا} + \hat{ا د هـ} = ١٨٠^\circ$ ∴

∴ $\hat{ا ب ا} + \hat{ا د هـ} + \hat{ا ر ا} = ١٨٠^\circ$ ∴

∴ $\hat{ا ب ا} + \hat{ا د هـ} + \hat{ا ر ا} = ١٨٠^\circ$ وهو المطلوب

(٧) سا ، د : نقطتين

(٨) سا ، د : غير موجود

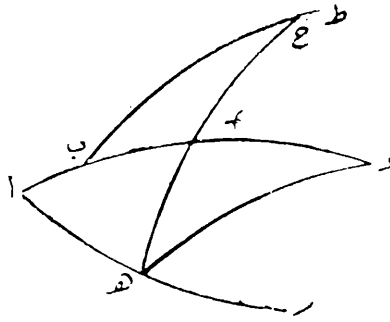
(٩) ف ، سا ، د : من

(١٠) سا : غير موجود

(١١) [من النهار] : بين السطرين في سا

فالقوسان (١) العظيمتان (٢) من سمت الرأس إليها سواء ومجموع زاويتي القوسين الشرقية الموصوفة والغربية (٣) التي تبادلها إلى جنوب المغرب (٤) مساو لضعف الزاوية الحادثة من (٥) النقطة عند نصف النهار إن كانت (٦) النقطتان المتوسطتان للسماء في الوقتين (٧) جميعا عن سمت الرأس شماليين (٨) أو جنوبيين (٩) ولنقولها (١٠) جنوبيين (١١) وليكن أ ب ح د قطعة نصف النهار و : ح سمت الرأس و : د قطب معدل النهار وليكن أ ه ر ، ب ح ط قطعتين (١٢) من المائل ونقطتا (١٣) ه ، ح (١٤) تلك النقطة شرقية وغربية ولنخرج إليهما من ح ، د (١٥) سمت الرأس والقطب قسي ج ه ، ج ح ، د ه ، د ح (١٦) ويدين (١٧) بمثل ما مضى أن مثلثي د ح ج ، د ح ه (١٨) متساويا (١٩) الزاويا (٢٠) والأضلاع بتساوي (٢١) زاويتي د و مساواة د ه ل : د ح فيكون قاعدتا قوسي السميت وهما ج ه ، ج ح متساويتين (٢٢)

-
- (١) سا : والقوسان
(٢) سا : العظمان - وفي د : العظمان .
(٣) د : غير واضح .
(٤) سا ، د : المغرب التي تبادلها .
(٥) ف ، سا ، د : من .
(٦) ف ، سا : كانتا .
(٧) [النقطتان المتوسطتان للسماء في الوقتين] : غير موجود في سا .
(٨) سا : شماليتين .
(٩) سا : أو جنوبيتين
(١٠) سا : ولنزلها - وفي د : ولنزين .
(١١) سا : جنوبيتين - وفي د : غير واضح .
(١٢) سا ، د : قطعتان .
(١٣) سا : غير موجود .
(١٤) سا : [و : ه ، ح]
(١٥) [ح ، د] : غير موجود في سا ، د - وفي ف : غير واضح .
(١٦) ف : ح ه ، ح ح ، د ط ، د ح
(١٧) سا : بين - وفي د : ويدين .
(١٨) سا ، د : د ح ح ، د ح ه
(١٩) د : متساويان .
(٢٠) د : غير موجود .
(٢١) سا ، د : لتساوي .
(٢٢) د ، ح : متساويتان .



شكل (٤٥)

وأقول (١) إن زاويتي ج هـ ر ، ج ح ب (٢) مساويتان (٣) لضعف د هـ الكائنة من نصف النهار لأن زاويتي د هـ ر ، د ح ب اللتين من تقاطع فلك البروج ونصف النهار على نقطة واحدة متساويتان وزاوية د هـ ح مثل زاوية د ح ج فراويتا د هـ ح ، ج ح ب (٤) مثل زاوية د هـ ر فإذا أضيفتا (٥) إلى د هـ ر حتى صار ج هـ ر ، ج ح ب (٦) كان ضعف د هـ ر (*). «ك» ولنضع النقطتين شماليتين عن نقطة ج. كما في الشكل

(١) د : فاقول .

(٢) ما ، د : د ح ب .

(٣) ما . متساويتان .

(٤) د : د ح ب .

(٥) ما ، د : أضيفت .

(٦) د : د ح ب .

(٥) نظرية (٢١) : إذا كان \angle د هـ ر نصف النهار ، هـ إحدى نقط البروج فاحية الشرق ، \angle هـ ر موضع البروج في تلك اللحظة ، ح نفس النقطة فاحية الغرب بحيث تكون الزاويتان الساعتان هـ د ح ، ح د هـ متساويتان ، وكان \angle ح ط موضع البروج في اللحظة الثانية . وإذا كانت نقطتا \angle ، ب معا إلى الشمال أو الجنوب من سمت الرأس هـ فإن :

(١) القوس ح هـ = القوس ح هـ .

(ب) \angle هـ ر + \angle ح هـ ر = \angle هـ ر + \angle د هـ ر

(ح) \angle ل ح ب + \angle ح هـ ر = \angle د هـ ر

البرهان : (١) في المثلثين ح د هـ ، ح د ح (شكلي ٤٥ ، ٤٦) :

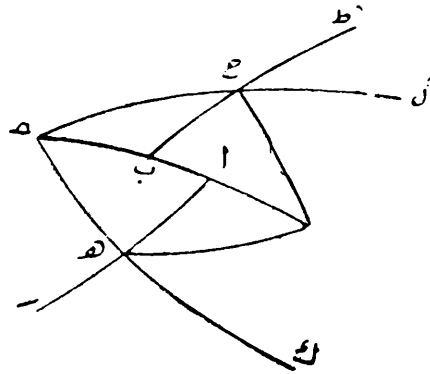
د هـ = د ح ، هـ د ح = ح د هـ ، هـ د ح مشتركة

∴ ينطبق المثلثان وينتج أن هـ د ح = ح د هـ وهو المطلوب أولا

(ب) في شكل (٤٥) حيث النقطتان \angle ، ب معا إلى الجنوب من سمت الرأس .

د هـ ر = د ح ب ، د هـ ر = ح د هـ ، من تساوى المثلثين .

الثاني من الشكلين (١) وهما أ، ب فلأن زاوية دهر هي (٢) دح ب و : د ه ك هي دح ل لأنك تعلم بمثل ما علمت أن زوايا مثلثي د ه ح ، دح ج (٣) متساوية على التناظر تبقى د ه ك (٤) مثل دح ل (٥) فجميع ل ح ب (٦) مثل جميع دهر ، د ه ك فإذا أضيف إلى ل ح ب (٧) ك ه ر الباقية من دهر كان ضعف دهر «كا» ولنضع في مثل هذه الصورة إحدى النقطتين وهي الشرقية



(شكل ٤٦)

$$\therefore \text{د ه ر} = \text{د ح ب} + \text{د ح ك} - \text{د ح ل} + \text{د ح ب} - \text{د ح ج} = \text{د ه ر}$$

$$\therefore \text{د ه ر} = \text{د ح ب} + \text{د ح ك} + \text{د ح ج} - \text{د ه ر} = ٢ \text{ د ه ر}$$

$$\therefore \text{د ه ر} + \text{د ه ر} = \text{د ح ب} + \text{د ح ك} = ٢ \text{ د ه ر} \text{ وهو المطلوب ثانياً}$$

(٢) في شكل (٤٦) حيث النقطتان أ، ب معا إلى الشمال من سمت الرأس .

$$\text{د ه ر} = \text{د ح ب} ، \text{د ه ل} = \text{د ح ل} \text{ [لأن زوايا المثلثين د ه ح ، د ح ج متساوية]}$$

$$\text{أي أن د ه ر} = \text{د ح ب} - \text{د ح ك} \text{ أي أن د ه ل} = \text{د ح ل} - \text{د ح ك} \text{ حيث ل على امتداد ح ك ،}$$

$$\therefore \text{ل ح ب} = \text{د ه ك} + \text{د ه ر}$$

$$\therefore \text{ل ح ب} + \text{د ه ر} = \text{د ه ل} + \text{د ه ر} = \text{د ه ر} + \text{د ه ر} = ٢ \text{ د ه ر}$$

وهو المطلوب ثالثاً

(١) [كافي الشكل الثاني من الشكلين] : غير موجود في سا ، دويدلا منها [في هذا الشكل]

(٢) سا : وهي .

(٣) ف : د ه ج ، د ح ب .

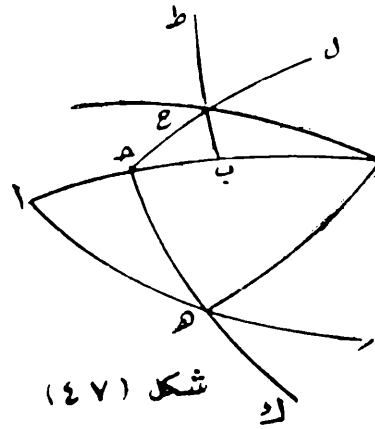
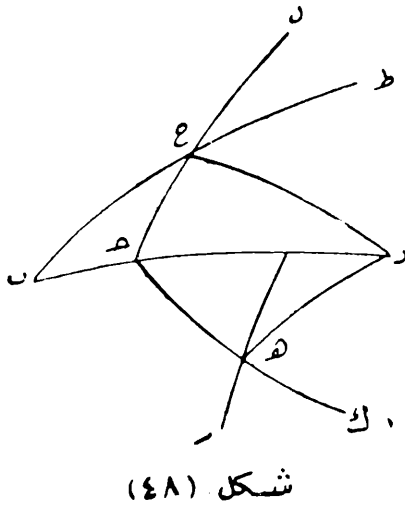
(٤) سا ، د : د ه ر .

(٥) سا ، د : د ح ل .

(٦) ف : ل ح ب ط وفي سا : ل ح ر

(٧) سا ، د : ل ح ب .

عن توسط السماء ولتكن (١) نقطة أجنوبية من السمـت والغربية عنه ولتكن نقطة ب شمالية منه (٢) فأقول إن زاويتي ج هـ ر ، ل ح ب مجموعتين أعظم من ضعف د هـ ر بقائمتين لأن زاوية د هـ ر مثل د ح ج لتساوى أضلاع المثلثين على ما علمت (٣) وزاوية (٤) د هـ ر (٥) مع د ح ل (٦) مثل قائمتين و : د هـ ر هي د ح ب لأنها الزاويتان



الموصوفتان وقد حدثتا من تقاطع قسي القطب (٧) ونقط بأعيانها من البروج في الجنبتين (٨) فنضيف (٩) د هـ ر إلى د هـ ر (١٠) ، د ح ب (١١) إلى د ح ل فيكون ضعف د هـ ر وهو د هـ ر ، د ح ب (١٢) أضيف إلى مجموع د هـ ر (١٣) ، د ح ل وهما

-
- (١) سا ، د : لتكن .
 (٢) سا ، د : غير موجود .
 (٣) [حل ما علمت] : في هامش ب ، ف
 (٤) سا ، د : فزاوية
 (٥) د : د هـ ر
 (٦) د : د هـ ر
 (٧) سا : لقطب
 (٨) سا : الجنبين
 (٩) د : فنصف
 (١٠) سا : د هـ ر
 (١١) سا : [و : د هـ ر ، ع ب]
 (١٢) سا : [دور ، ر ، د هـ ر ، ب]
 (١٣) سا ، د : د هـ ر

معادلثان لقائمتين فكان جهر ، ل ح ب (١) فكان (٢) جميعه ضعف (٣) دهر وقائمتين (٤) فاذن جهر ، ل ح ب تفضل على ضعف دهر وهو دهر ، د ح ب (٥) بمعادلثين لقائمتين وهما د ه ح ، ل ح د (٦) «كب» وأما إذا (٧) كان بالعكس فكانت نقطة أ (٨) شمالية و : ب جنوبية كانت زاويتا ك ه ر ، ج ح ب مجموعتين أصغر من ضعف دهر بقائمتين لأن ضعف دهر (٩) وهو دهر ، د ح ب لأنهما متساويتان وفضل هذا (١٠) الضعف على ك ه ر ، ج ح ب مجموعتين (١١) هو ج ح د ، د ه ك وهما معادلثان لقائمتين كما (١٢) عرفت (*) .

(١) [فكان - ه ر ، ل ح ب] : في هامش ب

(٢) [- ه ر ، ل ح ب فكان] : في هامش ف - وفي د : غير موجود

(٣) سا : غير واضح .

(٤) سا ، د : وقائمتان

(٥) د : ح ي ب

(٦) سا ، د : ل ح ب

(٧) سا ، د : إن

(٨) سا : غير موجود

(٩) [بقائمتين لأن ضعف د ه ر] : غير موجود في ب ، ف

(١٠) د : غير واضح

(١١) سا : مجموعتين .

(١٢) د : لا

(٥) نظرية (٢٢) : في نظرية (٢١) إذا كان ب على جانبي سمت الرأس فبن :

(١) إذا كانت نقطة ا المتصلة بالنقطة الشرقية ه لا تقع إلى جنوب سمت الرأس ، ونقطة ب المتصلة

بالنقطة الغربية ح تقع إلى شمال سمت الرأس يصبح

$$\text{ه ر} + \text{ل ح ب} = \text{د ه} + \text{ر ب} \quad (\text{شكل ٤٧})$$

(ب) إذا كانت ا إلى الشمال ، ب إلى الجنوب يصبح .

$$\text{ه ر} + \text{د ه} + \text{ل ح ب} = \text{د ه} + \text{ر ب} \quad (\text{شكل ٤٨})$$

البرهان : (١) $\text{د ه} = \text{ر ب}$ (من تساوي المثلثين)

$$\text{لكن د ح ل} + \text{د ح ب} = \text{ر ب} + \text{د ه} + \text{ل ح ب} \quad \therefore \text{د ح ل} + \text{د ه} = \text{ر ب} + \text{د ه}$$

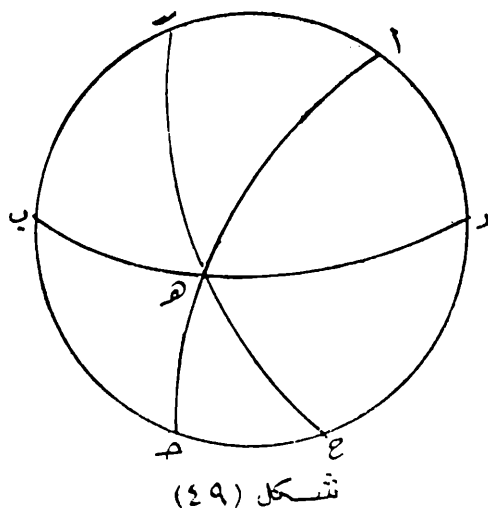
$$\text{لكن د ه} = \text{ر ب}$$

$$\therefore \text{د ه} + \text{ر ب} + \text{ل ح ب} + \text{د ه} + \text{ر ب} = \text{د ه} + \text{ر ب} + \text{ل ح ب} + \text{د ه} + \text{ر ب}$$

$$= \text{ر ب} + \text{د ه} + \text{ر ب} + \text{د ه}$$

131

معدل النهار عن أ معلوم (١) ف: أ ر معلوم ولتمر (٢) دائرة أ ه ج (٣)
 بسمت الرأس على الطالع وهو ه وهو معلوم ونقطة أ قطب فقوس أ ه (٤) ربع
 دائرة (٥) وزاوية أ ه د (٦) قائمة وزاوية تقاطع المائل والأفق معلومة وهي د ه ح
 فجميع زاوية أ ه ح معلومة (**) فالقسي الموتر (٧) للزوايا معلومة وكذلك إن كان



- (١) [كاتبين ولأن ميل ر معلوم وبعد معدل النهار من ا معلوم] : في هامش ب ، ف
- (٢) سا : وانمر
- (٣) ف ، سا ، د : ا ه ح
- (٤) سا : ا
- (٥) سا ، د : غير موجود
- (٦) د : ا ه

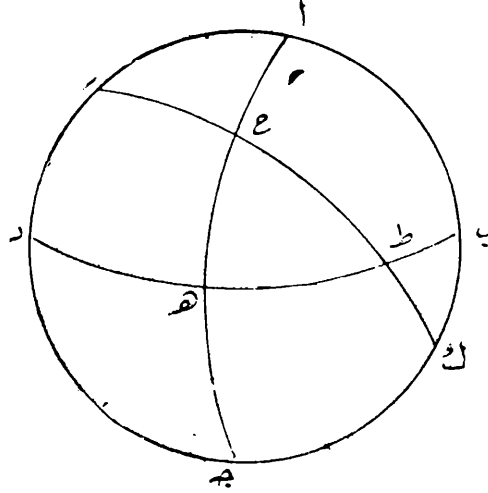
(٥٥) تعيين الأقواس بين البروج والدائرة السموية المارة بالطالع
 البرهان : في شكل (٤٩) ا ب ه د نصف النهار ، ب ه د الأفق ، ا بسمت الرأس ، ر ه ح
 البروج في لحظة ما حيث درجة وسط السماء معلومة ، ه النقطة الطالعة
 والمطلوب معرفة أقواس ا ر ، ر ا ه
 ∴ ر معلومة ∴ بعدها عن معدل النهار معلوم وكذلك بعد ا عن معدل النهار = عرض البلد
 ∴ القوس ا ر معلومة وهو المطلوب أولا

نرسم دائرة ا ه ح ، ∴ ا قطب الأفق ∴ ا ه د = ٩٠°

لكن د ه ح التي بين البروج والأفق معلومة

∴ ا ه ح معلومة ∴ القوس ا ه معلوم وهو المطلوب ثانيا
 (٧) سا : الموتر

المعلوم نقطة بعدما (١) بينها (٢) وبين نصف النهار من الساعات معلوم (٣)
 أعنى القوس من اللوائر المتوازية . «كد» وليكن بدل (٤) نقطة (٥) ر على نصف
 النهار وعلى (٦) نقطة ح وهو رأس السرطان ولتكن (٧) شرقية عن نصف النهار
 والقوس بينهما من المتوازية ولتكن (٨) ساعة واحدة فيكون ر من الجوزاء (٩)
 معلومة (١٠) لما تقدم والظالع وهو (١١) ط معلوم ولتمر على أ ، ح دائرة سحنية
 إلى هـ ج (١٢) فلأن قوس ط ح ر معلومة (١٣) و : ح ط معلوم و : أ ر (١٤) لما تقدم



شكل (٥٠)

-
- (١) [بعدما] : غير موجود في سا ، د
 (٢) سا ، د : بينهما
 (٣) سا ، د : معلومة
 (٤) ف : غير واضح
 (٥) سا ، د : ر نقطة ليست
 (٦) ب : غير موجود - وفي هامش ف : [وهي] - وفي سا ، د : وهي
 (٧) سا : وليكن
 (٨) سا ، د : ليكن
 (٩) د : الجوزاء
 (١٠) سا ، د : معلوما
 (١١) ف : هو
 (١٢) سا ، د : هـ ج
 (١٣) د : معلوم - وفي سا : غير موجود
 (١٤) د : [ف : أ ر]

معلوم وقوس در (١) باقى الربع معلوم فقوس ب ر معلوم (٢) ونسبة جيب أب إلى جيب ر ب المعلومين مؤلفة من نسبة جيب أه المعلوم إلى جيب ه ح (٣) المجهول ومن نسبة جيب ط ح المعلوم إلى جيب ط ر المعلوم فيعلم ه ح ، أح وهو قوس السميت (٤) . «كه» ونريد أن نعلم زاوية (٤) أح ط فلندر على قطب ح وبعده (٥) وتر المربع قطعة كل م العظيمة فلأن قوس أه ح (٦) مرت بقطبي ه ط م ، كل م ف : ه م ، كل م (٧) كل (٨) ربع دائرة ونسبة جيب ه ح المعلوم إلى جيب ه ك المعلوم لأن ه ك باقى الربع مؤلفة من نسبة جيب ح ط المعلوم إلى جيب ط ل المعلوم ومن (٩) نسبة (١٠) جيب م ل المجهول إلى جيب ك م المعلوم فصار م ل (١١) معلوما يبقى

(١) سا ، د : ب ر

(٢) [فقوس ر معلوم] : غير موجود فى سا ، د

(٣) سا : ر ح

(٥) تعيين قوس السميت (Zenith distance) لنقطة من البروج معروف زاويتها —

الساعية (Hour angle)

البرهان : فى شكل (٥٥) ا ب ح د نصف النهار ، ب ه د الأفق ، ر ح ط ل البروج حيث نقطة

ح معلومة ومعلوم زاويتها الساعية والمطلوب إيجاد القوس ا ح

∴ نقطة ح معلوم موقعها فى البروج

∴ نقطة ر معلومة ومن ذلك نعرف نقطة ط الطالعة

فى الشكل القطاع الكرى ب ر ح ه ب :

$$\frac{\text{ح ا ب}}{\text{ح ا ر}} = \frac{\text{ح ا ه}}{\text{ح ا ط}} \times \frac{\text{ح ا ر}}{\text{ح ا ط}} \quad (\text{نظرية ١١})$$

حيث ا ب = ٩٠ ، ب ر = ٩٠ + ا ر ، ا ه = ٩٠ ، ط ح معلوم

من نقطتى ط ، ح ، ط ر معلوم من نقطتى ط ، ر

∴ نعرف ه ح ومنه ا ح وهو المطلوب

(٤) سا : غير موجود

(٥) ف : غير واضح

(٦) سا ، د : ا ه د

(٧) سا : ه ط م ، ز ل ل ، م ح ه ، م ل م

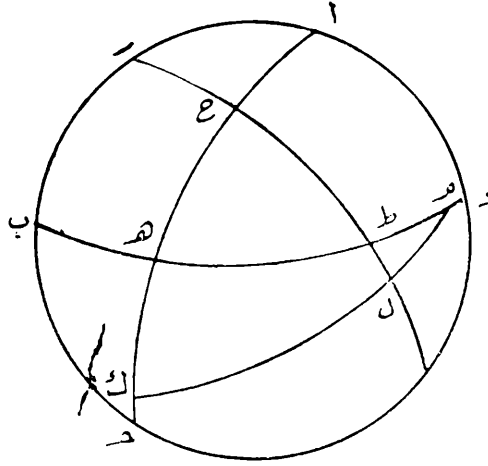
(٨) سا ، د : غير موجود

(٩) سا ، د : غير موجود

(١٠) سا ، د : ونسبة

(١١) د ، م ن

ل ك معلوما (١) فزاوية لك ح ل معلومة فتبقى زاوية أح ط (٢) معلومة (**) وكذلك يستخرج واحد واحد (٣) من النقطة ثم رسم للأمور الجزئية بهذا الطريق جداول



شكل (٥١)

(١) [يبقى ل ل معلوما] : غير موجود في سا ، د

(٢) [زاوية ا ح ط] : مكررة في سا

(٣) تعيين الزاوية بين دائرة البروج وبين الدائرة السميتية المارة بنقطة من البروج معروف زاويتها

الساعية

البرهان : في شكل (٥١) ا ب ح د نصف النهار ، ب هـ د الأفق ، ر ح ط ل البروج

حيث ح نقطة معلومة ومعلوم زاويتها الساعية

والمطلوب تعيين زاوية ا ح ط

نرسم القوس ل ل م قطبه نقطة ح ليقابل ا ح ف ل ، ر ح ط ف ل ، ب هـ د ف م

∴ دائرة ا هـ ح تمر بنقطتي ا ، ح وهما قطبا هـ ط م ، ل ل م

∴ نقطة م هي قطب ا هـ ح ∴ هـ م = ل م = ٩٠

في الشكل القطاع الكروي ل ل م ط ح :

$$\frac{\text{ح ا هـ ح}}{\text{ح ا ل}} = \frac{\text{ح ا ح ط}}{\text{ح ا ل}} \times \frac{\text{ح ا م ل}}{\text{ح ا ز م}}$$

حيث هـ ح = ٩٠ - ا ح = ٩٠ - قوس السميت وهو معلوم مما سبق ، هـ ل = ٩٠ - هـ ح ،

ح ط معلوم من نقطتي ح ، ط ، ط ل = ٩٠ - ح ط ، ل م = ٩٠

∴ يمكن معرفة م ل ثم ل ل ل ٩٠ - م ل

أي أن زاوية ل ل م تصبح معلومة

∴ ا ح ط = ١٨٠ - ل ل م ل تصير معلومة وهو المطلوب

(٣) ب : واحدة واحدة

في إقليم إقليم وابتداء من الدائرة الموازية التي بجزيرة ماروي (١) التي أطول (٢) نهارها ثلاثة عشر (٣) ساعة مستوية واستمر على تفاضل نصف ساعة نصف ساعة حتى انتهى إلى حيث (٤) أطول النهار ست عشرة (٥) ساعة استوائية ورتب في كل عرض برجا برجا وجعل تفاضل العروض بنصف ساعة نصف ساعة (٦) وجعل الأوضاع متفاضلة بالبعد عن وسط (٧) السماء ساعة ساعة (٨) وجعل في النصف (٩) الأول الطولاني عدد الساعات الاستوائية للبعد عن انتصاف النهار على أن يبدأ البروج على دائرة نصف النهار وفي الثاني مقادير القسي بين (١٠) المائل ومحت الرأس وفي الثالث مقادير زوايا التقاطع شرقية (١١) وفي الرابع غربية (١٢) على أن نذكر (١٣) ما مضى أنا نأخذ (١٤) الزوايا شمالية من التقاطع وعلى أن القائمة تسعون (١٥) جزءا وأما البلاد وعروضها وأطوالها فوعد أن يصنف له (١٦) كتابا مفردا وكأنه كتابه في جغرافيا (١٧) .

تمت المقالة الثانية والله الحمد (١٨)

(١) سا : ما زدى

(٢) سا ، د : طول

(٣) د : ثلاثة عشر

(٤) سا : جيب

(٥) ب ، سا : ستة عشر

(٦) [نصف ساعة] : غير موجود في سا ، د

(٧) سا ، د : توسط

(٨) د : غير موجود

(٩) ف ، سا ، د : النصف

(١٠) سا : من

(١١) ف : على شرقية

(١٢) ف : على غربية

(١٣) ف : يذكر

(١٤) سا : حد

(١٥) سا : تسعين - وفي د : تسعين

(١٦) سا : يضيف إليه

(١٧) سا ، د : جا وفراغما

(١٨) سا : تمت المقالة الثانية من كتاب المجسطى ولواهب العقل الحمد بلا نهاية - وفي د : تمت

المقالة الثانية بحمد الله وحسن توفيقه

المقالة الثالثة

في مقدار زهات السنة

المقالة الثالثة (١)

في مقدار زمان السنة (٢)

الحركة الوسطى هي التي تكون أو تفرض في أزمنة متساوية (٣) وهي حركة (٤) الكوكب (٥) الذي (٦) يفرض (٧) في مداره الذي يخصه ويشتمل على الأرض من حيث تتساوى في أزمنة متساوية ويكون (٨) إما للكوكب بنفسه (٩) وإما لجرم (١٠) كرى حامل للوكب ناقل لياه في البروج بحركته (١١) التي يتحرك بها فيفصل في أزمنة متساوية قسما متساوية وزوايا عند المركز الذي لذلك المدار متساوية وتسمى هذه الحركة الحركة المستوية (١٢) ولو كانت الكواكب تتساوى حركاتها في الأزمنة المتساوية أو حركات ما يحملها بالقياس إلى فلك البروج حتى كانت تقطع منه في أزمنة سواء قسما سواء لكانت الحركة الوسطى المستوية كافية في التقويم لكنها ليست كذلك فإنها إذا قيست (١٣) إلى فلك البروج لم (١٤) يوجد ما يوازي الكواكب المتحركة بحركتها في أزمنة متساوية منه (١٥) قسما متساوية بل مختلفة تارة أقل وتارة أكثر وتكون مسيرة (١٦) الوسط (١٧) ما بين

(١) د : غير موجود - وفي سا : المقالة الثالثة من المجلد

(٢) [في مقدار زمان السنة] : غير موجود في سا ، د

(٣) د : الحركة

(٤) د : الكواكب

(٥) د : يفرض

(٦) د : ويكون

(٧) د : غير واضح

(٨) د : بجرم

(٩) د : لحركته

(١٠) د : فلك

(١١) د : فليست

(١٢) د : لا

(١٣) د : غير موجود

(١٤) د : مسير

(١٥) د : غير موجود

الأقل والأكثر والمرئيتين (١) بالاختلاف ولهذا يسمى وسطا فالاختلاف (٢) يقع من وجوه شتى فذكرها (٣) ولكل كوكب مدار يرسم فيه بحركات متساوية في أزمنة متساوية قسما متساوية (٤) إما موجودة وإما مفروضة والمسير المقوم (٥) هو المحقق بالقياس إلى فلك البروج وربما اجتمع في حركات الكواكب اختلافات فوق واحد (٦) إلا أن الاختلاف الذى للشمس هو واحد كما نذكره والسبيل المشهور في استخراج السير الوسط (٧) أن نطلب المدة التى في مثلها (٨) يعود الكوكب إلى حالة واحدة دائما أى (٩) إلى نقطة واحدة أو نقط مختلفة تفضل (١٠) على الدوائر الثامة بقسما متساوية سواء كان (١١) في (١٢) دورة واحدة أو دورات (١٣) بعد أخرى (١٤) أو تكون تختلف عوداته المتتالية اختلافا له نهاية ثم تعود من رأس فيبتدى بأول ما كان ابتداء (١٥) أولا من الاختلاف فيعود اختلافاته (١٦) بحالها على ترتيبها إلى آخرها فيكون مكان العودة الواحدة عودات محفوظة وليست (١٧) في جملتها (١٨) عودة الاختلاف فإذا حصل زمان في مثله يعود الكوكب (١٩) دائما إلى نقطة واحدة أو نقط قسما ما بينها متساوية أو تعود (٢٠) اختلافاته دائما كان (٢١)

(١) ف ، سا : غير واضح (٢) ف : والاختلاف

(٣) سا ، د : يذكرها

(٤) [قسما متساوية] : غير موجود في سا ، د

(٥) سا : المقدم

(٦) ف ، سا ، د : واحدة

(٧) د : الواحد (٨) د : مولها

(٩) د : غير موجود

(١٠) سا : تفصل

(١١) د : كانت

(١٢) د : غير موجود

(١٣) ب : دورات واحدة - وفي سا ، د : [أو دورات] غير موجود .

(١٤) د : أخرى الأول الاختلاف الذى للشمس هو واحد كما نذكره

(١٥) سا : ابتداء

(١٦) ف : اختلافاتها

(١٧) ب ، ف : في الهامش

(١٨) سا ، د : حملها

(١٩) سا ، د : الكواكب

(٢٠) سا : تعود

(٢١) هـ ، د : غير موجود - وفي ف : في الهامش

كما ذكر (١) جعلت تلك المدة أياما أو ساعات وقسمت العودة الواحدة التامة أو المتفاوتة
 بقمى (٢) متساوية أو العودات بما (٣) فيها من عودات الاختلاف المتشابهة
 عليها (٤) فماخرج فهو حصّة ذلك اليوم أو تلك (٥) الساعة ثم يعرف (٦)
 من ذلك حصّة الشهر والسنة والسنين من المسير الأوسط فإذا أمكن أن يعرف (٧)
 الأوسط من هذا الطريق لم يعدل (٨) عنه إلى معرفته (٩) من طريق غيره وأول (١٠)
 ما يطلب في إدراك (١١) المسير الأوسط العودة إلى نقطة واحدة ثابتة (١٢)
 أو نقط ثوابت قسى ما بينها متساوية فإن وجدت العودات على هذه الصورة هوذا (١٣)
 يكون في مدد متساوية اقتصر على ذلك في استخراج (١٤) المسير الأوسط
 إلا طلب الوجه الثانى ثم الثالث الذى سيظهر في موضعه (١٥) والنظر في أمر
 الشمس مقدم على النظر (١٦) في أمر سائر الكواكب إذ الوصول إلى أحوالها غير
 ممكن إلا (١٧) بعد معرفة مسير الشمس ومكانها (١٨) على ما تبين (١٩)
 فابتدأ (٢٠) بطليموس بتحقيق مسير الشمس الأوسط ولما تتبع أرصادها (٢١)

(١) ب ، سا ، د : ذكرنا

(٢) سا ، د : بقوس

(٣) سا ، د : لما

(٤) ف ، سا ، د : عليه

(٥) سا ، د : غير موجود

(٦) سا : يعرف

(٧) سا : يعرف

(٨) سا : يعدل

(٩) ف ، سا ، د : معونة

(١٠) ب ، سا : فأول

(١١) سا : ادراك

(١٢) سا ، د : [ثابتة واحدة] بدلا من [واحدة ثابتة]

(١٣) ف : هوذا

(١٤) د : غير موجود

(١٥) سا ، د : موقمه

(١٦) [في موضعه والنظر في أمر الشمس مقدم على النظر] : في هامش ب

(١٧) د : لا

(١٨) ف ، سا : ومكانه

(١٩) سا : ما بين

(٢٠) سا : فابتداء

(٢١) ف ، سا ، د : أرصاد

وجد الشمس لا تختلف عوداتها إلى نقطة واحدة ثابتة (١) من فلك البروج الذى التقويم بالقياس إليه (٢) اختلافا ذا (٣) قدر (٤) وإن (٥) اختلف وجد السبب فيه إما خلل (٦) آلات الأرصاد (٧) فى (٨) قسمة ووضع آلات الرصد (٩) وإما (١٠) ترك (١١) الاستقصاء (١٢) فى استعمالها والاشتغال برصد من وجه آخر غير حقيقى والرصد الحقيقى فى مثل هذا هو (١٣) أن تحصل (١٤) مدة عوداتها (١٥) دائما إلى النقطة (١٦) الثابتة من فلك (١٧) البروج وأولها نقطة الاعتدالين والانقلابين خصوصا إذا كان الحامل للكوكب لا يتحرك حركة أخرى بسبب حركة أوجه وينظر (١٨) هل هى مدد متساوية (١٩) فإن وجدت استخراج (٢٠) المسير الوسط (٢١) على ما قيل أولا لكن بطليموس وجدها (٢٢) فى أرصاد الشمس متساوية ووجدت (٢٣) ذلك فى مدة سنذكرها بعد ووجه هذا

-
- (١) سا : من نقطة
(٢) ب : إليها
(٣) د : غير موجود
(٤) د : أقدر
(٥) سا : فإن
(٦) سا : زال - ر فى د : ذلك
(٧) ب : الآلات الرصدية
(٨) ف : زلل فى
(٩) [آلات الرصد] : غير موجود فى ب ، م
(١٠) سا ، د : غير موجود
(١١) ف : لترك - وفى سا ، د : وترك
(١٢) د : الاستقصاء وترك الاستقصاء
(١٣) سا ، د : غير موجود
(١٤) سا : تحصل
(١٥) سا ، د : عودته
(١٦) سا ، د : النقطة
(١٧) سا : تلك
(١٨) سا : وتنظر
(١٩) د : متساوية
(٢٠) سا ، د : استخراج
(٢١) سا : الأوسط
(٢٢) سا : وحدا - وفى د : وجد
(٢٣) ب : ووجد

الرصد^(١) أن يتخذ حلقة من نحاس أو غيره يحيط بها أربعة سطوح مسطحة بالحقيقة كل سطحين متقابلين متوازيان وتنصب^(٢) على قاعدة وثيقة نصبا محكما إما في سطح معدل النهار وهو منتصف^(٣) ما بين الانقلابين على ما قيل وعرف رصده^(٤) وهذا أسهل رصدا أو في سطح الدائرة الموازية لمعدل النهار المارة بإحدى نقطتي الانقلابين أو^(٥) في أى دائرة شاء الراصد^(٦) من الدوائر المتوازية^(٧) التى^(٨) تفعلها^(٩) النقط المرسومة على دائرة البروج ومعنى النصب في سطحه أن تكون كأنها دائرة مرسومة في بسيط تلك الدائرة حتى لو أخرج قطار هذه الداخلة من الجانبين أمكن أن يصير قطرا أو وترا لتلك الأخرى ثم من^(١٠) المعلوم أن الحلقة إذا كانت على هذه الحلقة^(١١) ونصبت هذا النصب إما في سطح معدل النهار أو في سطح دائرة من الموازيات تمر على نقطة الانقلاب أو غيرها أن الشمس إذا حصلت في نقطة الاستواء أو نقطة الانقلاب انطبق ظل الجانب الذى يلي^(١٢) الشمس على الجانب المقابل له انطباقا تاما ولم تقع على سطحى^(١٣) جهتي الجنوب والشمال البتة بل أضاء الجانبان^(١٤) جميعا فعرف حينئذ أن الشمس وافت النقطة وكذلك إن جعلت^(١٥) على الحلقة عضادة ولبتان وتكون العضادة مهندمة بحيث تلور^(١٦) مع الشمس وهذا الرصد يصعب اعتباره إذا اتفق أن كان حصول مركز الكوكب على النقطة المعتبرة ليلا فلذلك يجب أن يستعان أيضا بالرصد

-
- (١) د : الصد
(٢) سا : تنصب
(٣) سا : منتصف
(٤) سا : في رصده
(٥) سا : أى
(٦) د : الرصد
(٧) سا ، د : الموازية
(٨) د : غير موجود
(٩) سا : يفعلها
(١٠) سا : بين المطرين
(١١) ف ، سا : الحلقة
(١٢) د : على
(١٣) د : سطر
(١٤) ب : الجانبين
(١٥) ب ، سا : جمل
(١٦) د : يدور

الآخر وهو الذى ذكرناه فى باب استخراج الميل فإنك قد علمت أن غاية الارتفاع الذى يكون لبلوغ الشمس غاية الميل الشمالى وغاية الانحطاط الذى يكون لبلوغ الشمس غاية الميل الجنوبى إذا قسم بنصفين حصل منه الموضع الذى إذا كانت (١) الشمس فى حقيقة معدل النهار كان ارتفاعها (٢) بقلر ذلك الموضع (٣) فإذا وقع ليلا نظر إلى مقدار التفاوت بين ارتفاعى (٤) نصف النهار المتقدم ونصف النهار المتأخر (٥) وإلى (٦) مقدار التفاوت من (٧) ارتفاع (٨) نصف النهار المتأخر (٩) إلى الارتفاع المستحق لمعدل النهار فتكون نسبة ذلك التفاوت إلى (١٠) التفاوت الأول كنسبة الزمان الذى من وقت حصول الشمس فى النقطة المطلوبة إلى الزمان الذى بين نصفى النهارين بالتقريب لكن استعمال الرصد الانقلابى صعب فى الوجهين جميعا لأن غاية الارتفاع وغاية الانحطاط يثبت (١١) زمانا يسيرا لا يظهر له اختلاف لفوات (١٢) تفاوت الميل عند المتقابلين عن الحس (١٣) ثم أنهم اعتبروا عودات الشمس إلى النقط الأربع فوجدوا (١٤) العودات فى أزمنة متساوية وكذلك وجد أبرخس إلا عند عودات خريفية (١٥) حكى أنها خالفت بربع (١٦) يوم ثم وافق باقىها (١٧) . وجعل بطليموس السبب فى ذلك أحد الأمور المذكورة من خطأ فى قسمة الآلة أو نصبها (١٨) حتى أنه إذا وقع

-
- (١) د : كان
(٢) ف ، سا ، د : ارتفاعه
(٣) سا ، د : غير موجود
(٤) د : ارتفاعين
(٥) سا : نهار
(٦) سا ، هـ : إلى
(٧) سا ، د : بين
(٨) سا : ارتفاعى
(٩) [وإلى مقدار التفاوت من ارتفاع نصف النهار المتأخر] : فى هامش ب
(١٠) [التفاوت إلى] : غير موجود فى د
(١١) د : غير موجود
(١٢) ف ، سا ، د : غير موجود
(١٣) سا ، د : الحنين
(١٤) سا ، د : وجدوا
(١٥) سا : جريفية
(١٦) سا : ربع
(١٧) ف : باقىها
(١٨) د : نصبه

الخطأ في ست دقائق وهي عشر (١) درجة واحدة وهي أحد أقسام الدرجة كان في خلقهم (٢) فلذلك جعلها في الكتاب دقيقة واحدة أمكن أن يخالف الحق (٣) بنصف يوم لأن الشمس إذا سارت عن النقطة الاستوائية ربع درجة فعلت ميل (٤) ست دقائق وذكر أنهم ربما نصبوا الآلات بالحقيقة في أول النصب ثم تركوها فزالت ولم يتعملوها تسويتها (٥) عند كل رصد وكذلك (٦) ذكر أن الحلقة التي كانت (٧) بالأسكندرية اختلفت إضاءتها وأظلالها يوم الاعتدال حتى فعلت ذلك مرتين أي بعضها في وقت وبعضها في وقت آخر ولم (٨) يكن ذلك فيها كلها في وقت واحد لكن بطليموس ذكر أن أرصاده الكثيرة (٩) وأرصاد أبرخمس المستقصاة والتي هي أكثر عددا اتفقت على أن مدة (١٠) العودة تكون متساوية وأنها (١١) في ثلاثمائة وخمسة (١٢) وستين يوما وقريب (١٣) من ربع يوم أنقص (١٤) منه قليلا بما (١٥) سنذكره وهو مما لا يوقف عليه في الأرصاد القريبة ولا يوجب الوصول إليه إلا الأرصاد المتباعدة التي يجتمع (١٦) منها اختلاف ذو قدر بل الذي يكون منها في الأرصاد القريبة شبيه (١٧) بما يوجب اختلاف نصب الآلات والزلل الغير الممكن (١٨) التحرر (١٩) منه فيها على أنه بين بالتقريب أيضا مبلغ

-
- (١) سا : عشرة
(٢) ف : غير واضح - وفي سا : خلقهم
(٣) سا : غير موجود
(٤) ف ، سا : مثل
(٥) د : لتسويتها
(٦) د : ولذلك
(٧) د : غير موجود
(٨) سا ، د : ولم
(٩) ف : الكبيرة
(١٠) سا : هذه
(١١) ب : غير موجود - وفي ف : في الهامش
(١٢) سا : وخمس
(١٣) سا : وقريبا
(١٤) سا ، د : نقص
(١٥) د : لما
(١٦) ب ، ف ، يجمع
(١٧) سا ، د : شبيهة
(١٨) سا : يمكن
(١٩) د : التجوز

ذلك النقصان بأن أخذ أرصاد أبرخس (١) وقابلها بأرصاد نفسه إذ اعتماده على أبرخس أشد من اعتماده على غيره وأخذ الأرصاد الاستوائية . لأنها أحوط والانقلابية أسر امتحانا فوجد في قريب من ثلاثمائة سنة يوجد نقصانا (٢) عما توجه لو كانت العودة في ثلاثمائة وخمسة (٣) وستين يوما وربع يوم بمقدار (٤) يوم واحد فيكون حصّة (٥) كل سنة جزءا من ثلاثمائة جزء من يوم فيكون زمان العودة ثلاثمائة وخمسة وستين يوما وربع يوم (٦) إلا جزءا (٧) من ثلاثمائة (٨) من يوم فتكون ثلاثمائة وخمسة وستين يوما وأربع عشرة (٩) دقيقة من يوم وثمانى (١٠) وأربعين ثانية . ثم امتحن ذلك بأرصاد الأقدمين مثل (١١) ماظن (١٢) وأقطين (١٣) وبعدهما ارسطرخوس (١٤) فوجد (١٥) الأمر أيضا جاريا على ذلك المحرى ووجد أبرخس أيضا يوافقه (١٦) على هذا (١٧) في عدة من كتبه فهذا طريق استخراج المسير الوسط للشمس بالقياس إلى النقط الأربع وأما عوداتها (١٨) بالقياس (١٩) إلى الكواكب الثابتة فإنما يتوصلون إليها (٢٠) من جهتين إحداهما (٢١) أن (٢٢)

(٢) سا ، د : نقصان

(١) سا : انرخس

(٣) سا : وخمس

(٤) د : لمقدار

(٥) سا : حصتى

(٦) د : غير موجود

(٧) د : غير واضح

(٨) سا : الأجزاء

(٩) سا : عشر

(١٠) سا ، د : وثمان

(١١) د : مثلا

(١٢) ف : ما ظن

(١٣) ف ، سا ، د : واوقطين

(١٤) سا : اسطرخس

(١٥) سا : وهذا - وفى د : وجد

(١٦) ب : يوافقه أيضا

(١٧) [على هذا] : فى هاشب ، ف

(١٨) ف : هوداته - وفى سا ، د : هودته

(١٩) سا : بالنسبة

(٢٠) ف ، سا ، د : إليه

(٢١) سا : احدهما

(٢٢) سا ، د : غير موجود

ترصد (١) الشمس عند الطلوع أو الغروب إذا ظهر كوكب درى من الثوابت
 فرصد (٢) البعد بينها بالآلة التى نذكرها (٣) بعد والثانى أن يرصد (٤)
 القمر فى وسط زمان الكسوف (٥) وذلك حين يكون (٦) مقاطعاً (٧)
 للشمس (٨) بالحقيقة ويعرف موضعه من فلك البروج بسبب (٩) كوكب
 فإن كان ليس له اختلاف منظر فيسهل معرفة درجته بأن يعرف ارتفاعه وسمته
 ويعرف عرض البلد فيظهر (١٠) من ذلك موضعه (١١) بالتحقيق من البروج على
 الأصول المعلومة (١٢) فإذا (١٣) كان وسط الكسوف حيث لا عرض معه لمركز (١٤)
 القمر فقد حصل من ذلك معرفة درجة الشمس إذا (١٥) لم يكن اختلاف
 منظر وإن كان له عرض كان طريق ذلك أطول وأقرب من الخطأ فوجد (١٦)
 العودة بمدة أكثر من هذا فلهذا (١٧) حدس أبرخس أن للكواكب الثابتة حركة
 على قطب فلك البروج ولهذا استرذل بطليموس الرصد الكائن بالقياس إليها فإنه
 لا فرق بين أن يجعل سنة (١٨) الشمس بالقياس إلى عوداتها (١٩) نحو مقارنة (٢٠)

-
- (١) سا ، د : يرصد
 (٢) ب : ويرصد - وفى ف : فيرصد
 (٣) ف : يذكرها
 (٤) سا : ترصد
 (٥) سا ، د : الكسوف
 (٦) سا : غير موجود - وفى د : [يكون حين] بدلاً من [حين يكون]
 (٧) سا ، د : تقاطعه
 (٨) سا : الشمس
 (٩) د : غير واضح
 (١٠) سا : يظهر
 (١١) سا ، د : موقعه
 (١٢) ف ، سا ، د : الموصلة
 (١٣) ف ، سا ، د : إذا
 (١٤) سا : كركز
 (١٥) سا : إذا
 (١٦) ب : غير واضح - وفى د : يوجب
 (١٧) د : غير موجود
 (١٨) د : نسبة
 (١٩) د : عودتها
 (٢٠) د : مفارقة

الكوكب (١) الثابت (٢) وهو (٣) يتحرك (٤) عن نقطة مقارنة (٥) الشمس له أو بالقياس إلى كوكب زحل فيكون لها سنون (٦) مختلفة وهذا الاختلاف وإن قل في الأدوار المتقاربة فإنه يعظم في الأدوار المتباعدة مع أن ذلك متعذر من وجوه وأفحش ذلك الأرصاد الكسوفية التي يرام (٧) أن يحصل بها مركز القمر بالقياس إلى الثوابت لتكون الشمس على النقطة المقابلة له بالحقيقة ثم ينظر (٨) كذلك (٩) لكسوفات (١٠) مختلفة ليستخرج (١١) منها (١٢) عودات الشمس ويتعرف (١٣) هل هي في مدد متساوية أو يمتحن (١٤) بها ما وجد بالطرق (١٥) الأخرى وقد ذكر أبرخس أنه لما حسب (١٦) رصدتين للكسوف (١٧) القمري فوجد (١٨) في أحد رصديه الكسوفيين البعد بين القمر والسماء الأعزل وكان (١٩) موضع السماء الأعزل متقدما على النقطة الخريفية بستة أجزاء ونصف وبعد إحدى عشرة سنة وشيء يسير حسب (٢٠) في الرصد الثاني الكسوف فوجد السماء الأعزل متقدما على النقطة الخريفية بخمسة أجزاء وربع إذ كان القياس يوجب ذلك ثم من المحال أن يقال إن

-
- (١) سا : الكواكب
(٢) سا : الثابتة
(٣) سا : ومي
(٤) سا : يتحرك
(٥) سا ، د : مفارقة
(٦) سا : سنين - وفي د : مسير
(٧) سا : رام
(٨) سا : ينظر
(٩) ف : لذلك
(١٠) ف : الكسوفات
(١١) سا : ليستخرج
(١٢) سا ، د : غير موجود
(١٣) سا : ويتعرف
(١٤) سا : و يمتحن
(١٥) د : بالطريق
(١٦) سا ، د : حاسب
(١٧) د : لكسوف لكسوف
(١٨) سا : بين السطرين
(١٩) ب : فكان
(٢٠) سا ، د : حاسب

السماك الأعزل في هذه المدة سار هذا القدر فحدث وتوهم من غير حكم جزم (١)
أن الشمس لعل لها اختلافا آخر غير الذي تذكره (٢) ولعل عوداته في أزمنة
متساوية ليست متساوية (٣) وأما بطليموس فقد زيف هذا الطريق وذلك لأن
رصده لعودات الشمس في نفس الوقت المذكور كان جاريا على القياس المشار إليه
ولما اختلف حكم هذا الرصد المفتقر فيه في (٤) تحقيق مكان القمر إلى تحقيق
مكان الشمس فيجب أن لا تتشكك (٥) في الأصل بسبب الفرع المبني عليه بل
إن كان ولا بد فالشك في الفرع ثم قد يقع للقمر من اختلاف المنظر ومن (٦) زلل
آلات (٧) رصد الأبعاد ما يقع به الخطأ وربما كان السبب وقوع أحد الرصدين على جملة
مستقصاة والآخر (٨) على جملة غير مستقصاة وقد يقع في ترك استقصاء تعرف
حركة الشمس من النقطة الربيعية إلى زمان وسط الكسوف على حكم مسيرة الوسط (٩)
على أن أبرخس نفسه قد علم هذا أيضا ولم (١٠) يجعل له اعتباراً ولا جزم (١١) على
أن للشمس اختلافاً آخر ولا غير حكم سنة الشمس عن المدة المذكورة ولذلك (١٢)
لم تعتمد (١٣) بشيء من الاختلافات الواقعة بحسب الأرصاد (١٤) الواقع فيها
الزلل قال وإنما كان عرضه أن لا يترك شيئاً من الأشياء التي عرصت له غير مقصود
وكذلك (١٥) لما رصد أبرخس (١٦) كسوفات أخرى وكان (١٧) تقدم فعرف (١٨)

- (١) ف : جرم
(٢) ب ، سا : سنذكره
(٣) [ليست متساوية] : غير موجود في سا .
(٤) د : إليه في
(٥) ف : لا تتشكك - وفي د : لا يتشكك .
(٦) د : من
(٧) د : الآيات
(٨) د : وقوعه والآخر
(٩) سا : الأوسط
(١٠) سا ، د : فلم
(١١) ف : جرم
(١٢) ب ، سا ، د : وكذلك
(١٣) ب : غير واضح
(١٤) ب ، سا ، د : الأرصاد الأخرى
(١٥) سا ، د : ولذلك
(١٦) سا : أبو الحسن
(١٧) سا ، د : كان
(١٨) سا : نعرف

موضع الشمس فيها بالحقيقة لوسط^(١) الكسوف^(٢) ثم اعتبر أوساط تلك الكسوفات بحسب مقابلتها لمركز الشمس استخرج منها مواضع الثوابت لما علم بعدها^(٣) عن^(٤) القمر فلم يخالف عوداتها ما توجهه الأرصاد الأخرى بشيء يعتد به قال وأما أنا فلما امتحنت على سبيل الاستظهار ما ظهر من ذلك بالقياسات الكسوفية صادفتها غير مخالفة للواجب بشيء يعتد به . وأقول يجب أيضا أن يراعى^(٥) حال الشمس هل يقع لها^(٦) اختلاف منظر بأن ترصد^(٧) في بلاد متباعدة جدا في الشمال والجنوب هل يتفاوت ارتفاعاتها^(٨) في أنصاف النهار أكثر من مقتضى اختلاف العروض وترصد أيضا حيث تكون مسامنة للرؤوس وحيث لا تكون من^(٩) البلاد البعيدة عن ذلك الموضع ويراعى^(١٠) تفاوت الارتفاعات هل هي على موجب العروض فإن وجد لها اختلاف منظر عرف قدره وحسب عليه وعلم أن الارتفاعات^(١١) والإظلال^(١٢) في الحاق تخالف الحقيقي منها المرصود بقدر الحساب وإغفال أمر اختلاف المنظر وإن ضر في تحقيق مكان الشمس وتحقيق الوقت الذي تدخل^(١٣) فيه نقطة مفروضة فليس يضر في معرفة سنة الشمس ومدة عودتها إلى نقطة معلومة وذلك لأن العودة^(١٤) إذا كانت في الرؤية مثل الأولى والبلد واحد تكون العودة في درج البروج إلى نقطة واحدة وإن كانت غير النقطة التي يوجهها الرصد وبالجملة إذا^(١٥) لم يعد^(١٦)

(١) سا ، د : غير موجود

(٢) سا ، د : للكسوف

(٣) سا ، د : يبعدها

(٤) سا : من

(٥) سا ، د : له

(٦) د : يرصد

(٧) سا : ارتفاعها

(٨) ف : غير موجود

(٩) سا : ونراعى

(١٠) [هل هي على موجب العروض فإن وجد لها اختلاف منظر عرف قدره وحسب عليه

وعلم أن الارتفاعات] : غير موجود في سا

(١١) ف : الإظلال - وفي سا ، د : أو الإظلال

(١٢) د : يستعمل

(١٣) د : غير واضح

(١٤) د : فإذا

(١٥) سا : تعد

إلى نقطة واحدة لم يعد^(١) إلى اختلاف منظر واحد في الارتفاع الكائن عند المتقلبين والاعتدالين ثم لما حصل مسير الشمس الوسط من هذا الوجه أراد أن يضع جداول يستغنى^(٢) بها عن^(٣) الحساب لكل^(٤) واحد واحد من المدد فرتب^(٥) فيها^(٦) مسير^(٧) الشمس لساعة^(٨) إلى كد ساعة إلى شهر إلى سنة إلى ثمانى عشرة^(٩) سنة إلى تضعيفات ثمانى عشرة^(١٠) سنة حتى إذا أريد^(١١) مسيرها الوسط لمدة مفروضة طلبت في الجدول^(١٢) المخصوص بمثل^(١٣) تلك المدة وأما السنون^(١٤) المجموعة أو المبسوطة^(١٥) أو غير ذلك من أجزاء المدد فإن^(١٦) وجد المطلوب مثبتاً^(١٧) بعينه في الجدول^(١٨) أخذ ما بحiale من الدرج والدقائق والثواني إلى آخر ما وضع فإن فضل شىء نظر إلى^(١٩) الفضل^(٢٠) كم هو وطالب^(٢١) في الجداول وأخذ ما بحiale وزيد^(٢٢) عليه^(٢٣) حتى ينتهى الى تمام مدته .

-
- (١) سا ، د : زهد
(٢) سا : أن يستغنى
(٣) سا : من
(٤) سا : غير واضح
(٥) ف : غير واضح
(٦) سا : منها
(٧) د : مسيره
(٨) ف : ليتباعد
(٩) ب ، سا : ثمانية عشر - وفى د : ثمان عشرة
(١٠) ب ، د : ثمانية عشر - وفى سا : ثمانية عشر ثمانية عشر
(١١) ف : أزيد
(١٢) د : الجداول
(١٣) سا : لميل
(١٤) ب ، سا ، د : السنين - وفى ف : غير واضح
(١٥) سا : المبسوطة أو المجموعة
(١٦) ف : وإن
(١٧) سا : ميينا
(١٨) سا : فى الجدول بعينه
(١٩) ف : غير موجود - وفى د : أن
(٢٠) ف : من الفضل - وفى ب : [من] فى الهامش
(٢١) سا ، د : فطلبه
(٢٢) سا ، د : وزاده
(٢٣) سا : إليه

فصل

في الأصول التي توضع للحركة المستوية التي تجري على الاستدارة (١)

فإذا حصل السير الوسط للشمس لم يكن ذلك كافيا في تقويم الشمس وذلك أن الشمس لم توجد قاطعة قسما متساوية من فلك البروج في أزمنة متساوية بل رؤيت (٢) تارة تقطع أقل وتارة تقطع أكثر كما سنذكر بعد وذلك أن مدة حركتها الموجودة بالرصد من الاستواء الربيعي (٣) إلى المتقلب الصيفي مخالفة لحركتها منه إلى الاستواء الخريفي وكذلك (٤) وجدت (٥) حركتها (٦) من الاستواء الخريفي إلى الاستواء الربيعي أقل من مدة ما بين (٧) الربيعي إلى الخريفي وكذلك في القسي الجزئية ولم يمكن أن يكون (٨) أنه تارة تبطل (٩) وتارة تسرع (١٠) في الحركة إذ (١١) كان القانون في الحركات السماوية أنها متساوية غير مختلفة بالقياس إلى أنفسها فإن توهم أو رؤى ذلك فهو بالقياس إلينا فوجد ذلك الاختلاف لا يتخاو من أحد وجهين ولا يعقل خارجا عنها وهو أنه إما أن لا تكون حركة الشمس في دائرة مركزها مركز فلك البروج بل في دائرة أخرى مخالفة لها في المركز فيكون الذي نحصل (١٢) منها في نصف البروج مثلا الشمالي أعظم من الباقي إذا كان البعد الأبعد في الجانب الشمالي فيكون (١٣) الشمس أو أي كوكب يتحرك إما في مداره وفلكه (١٤) ففي

(١) [فصل في الأصول التي توضع للحركة المستوية التي تجري على الاستدارة] : غير موجود

في سا ، د

(٢) سا : رقت

(٣) سا ، د : غير موجود

(٤) ف : ولذلك

(٥) ب ، سا ، د : وجد

(٦) سا : حركتها

(٧) ف : من

(٨) ب ، سا ، د : نقول

(٩) سا : يبطل

(١٠) سا : يسرع

(١١) سا ، د : إذا

(١٢) سا : يحصل

(١٣) سا : فتكون

(١٤) د : وفلك

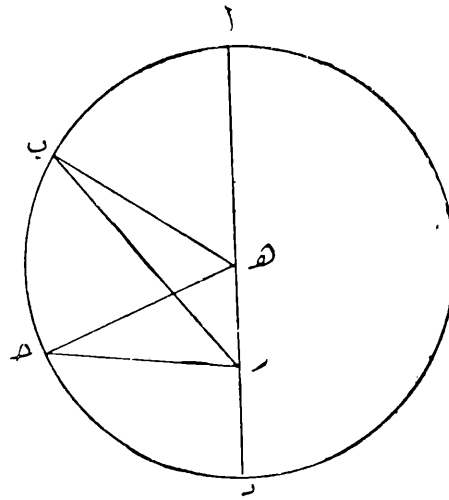
أعظم من النصف وإما في فلك البروج ففي النصف وفي الجانب الآخر بالضد فيكون القطع لنصفين فلك البروج مختلفا والوجه الثاني أن لا تكون حركته (١) على دائرة مركزها مركز (٢) البروج ولا على دائرة خارج المركز بل يكون جرمه (٣) مركبا على دائرة من كرة (٤) لا تشمل الأرض بل هي في كرة الكوكب (٥) للشاملة للأرض تتحرك فيها وتسمى فلك التدوير وتلك الكرة تجوز أن يتحرك مركزها على دائرة موافقة المركز لفلك البروج ثم إن (٦) اتفق (٧) أن كانت حركة الكوكب في أعلى فلك التدوير موافقة لحركة مركز فلك التدوير في الجهة رؤى الكوكب أسرع حركة من الوسط عند كونه في الذروة (٨) من فلك تدويره وأبطأ حركة من الوسط عند كونه في حضيض فلك تدويره لأنه يتخلف لا محالة عن موضعه الذي لو سكن كان يكون فيه وإذا استوت (٩) حركة مركز (١٠) تدويره على الحامل الموافق كان ذلك (١١) مسيره الوسط (١٢) إن كان هو يتحرك بنفسه لا تابعا لحركة (١٣) فلك تدويره أو يكون في فلك تدويره لا يتحرك البتة وإنما (١٤) يعرض له ما يعرض (١٥) من الزيادة والنقصان لأنه (١٦) يتحرك أيضا في فلك تدويره وإن اتفق أن كانت الموافقة في الجهة السافلة رؤى بالعكس وقد يمكن أن يكون مركز التدوير على حامل خارج المركز ولا تستوى (١٧) عليه حركته فيوجب اختلافات عدة لكن

-
- (١) ب : حركتها
(٢) ف : غير موجود
(٣) ب ، ف : حركتها -- وفي سا ، د : جرمها
(٤) [من كرة] : غير موجود في ب
(٥) د : الكواكب
(٦) ب : من
(٧) ب : البين
(٨) سا : الدورة
(٩) سا ، د : استوى
(١٠) د : بمركز
(١١) سا : غير موجود
(١٢) سا : أن لو -- وفي د : إن
(١٣) د : لجرمه
(١٤) سا : دائما
(١٥) [له ما يعرض] : غير موجود في سا ، د
(١٦) د : لا
(١٧) د : يستوى

حركات (١) الشمس ليس يجب فيها (٢) من الاختلافات مالا يكفيه أحد الأصلين أصل الخروج من المركز والحركات عليه متساوية وأصل وضع فلك التدوير وحركة الشمس عليه بخلاف حركته على فلك موافق المركز إلى المشرق حركة مستوية لكن بطليموس قد اختار الأصل الأول لأنه أبسط ووضع وضعه لا ضرورة قاداته (٣) إليه (٤) بل لاختيار أبسط الحركتين بعد أن تبين أن حكم الأصلين في جميع ما يعرض واحد بعينه وبعد شرائط ومقدمات (٥) وذلك أنه لا محالة يفترض (٦) في كل واحد من الأصلين بعد أبعد وبعد أقرب أما في أصل (٧) الخروج عن المركز فإن طرف القطر المار على مركز الأرض ومركز الخارج المركز يحد (٨) بعدا أبعد من الجهة التي يقع فيها المركز الخارج وبعدا أقرب من الجهة الأخرى وأما في (٩) فلك التدوير فظاهر واضح وفي أصل التدوير فإن الكوكب إذا كان عند الوسط من البعدين المختلفين ولم يكن مال إلى أحدهما ميلا محسوسا كانت الحركة المرئية مثل حركة مركز فلك التدوير فكانت الحركة وسطا ومع ذلك فإن غاية الاختلاف إنما تكون (١٠) هناك وأعني بغاية (١١) الاختلاف غاية (١٢) ما يجتمع من التفاوت بين ما يوجهه الوسط وبين ما يرى (١٣) وقريب من ذلك

-
- (١) ف غير موجود
(٢) د فهما
(٣) سا ، د : حادثة
(٤) سا غير موجود
(٥) د : مقدمات
(٦) سا ، د يفترض
(٧) سا ، د أصول
(٨) سا : نخذ
(٩) ف بين السطرين
(١٠) سا يكون
(١١) سا غاية
(١٢) سا ، د أو غاية
(١٣) سا مانرى

في حكم أصل الخارج (*). « أ » فنقول إنه إذا فصل (١) قوسان متساويتان (٢) إحداهما (٣) من البعد الأبعد والأخرى (٤) من البعد الأقرب فإن الزاويتين اللتين تحدثان من القطر ومن الخط الخارج من مركز فلك البروج إلى طرفي القوسين أعظمهما عند البعد الأقرب أما في أصل الخروج من المركز فلتكن دائرة أ ب ح د ه أ خارجة المركز ومركزها ه ومركز فلك البروج ر والقطر المار بالمركزين د ر ه أ



شكل (٥٢)

والأوج أ والحضيض د والقوسان المتساويتان قوسا (٦) أ ب ، ج د (٧)

(*) حاول علماء الفلك القدامى تفسير التغير في حركة الشمس والكواكب من ناحية الإسراع تارة والإبطاء تارة أخرى عن طريق نظريتين أو افتراضين للحركات .
النظرية الأولى : حركة الشمس أو الكوكب منتظمة أى يقطع أقواسا متساوية في أزمنة متساوية ولكن المسار نفسه لا ينطبق مركزه على مركز الأرض بل هو خارج المركز . ففي هذه الحالة تبدو حركته بالنسبة للمركز الجديد منتظمة ولكنها بالنسبة للأرض تبدو مختلفة غير منتظمة .
النظرية الثانية : تتحرك الشمس أو الكوكب على دائرة صغيرة تسمى فلك التدوير ، ويتحرك مركز فلك التدوير على محيط دائرة البروج التي مركزها الأرض . حينئذ تكون الحركة المرئية هي محصلة حركة الكوكب نفسه وحركة مركز فلك التدوير ، فإذا كانت الحركتان في إتجاه واحد رُئي الكوكب مسرعا وإذا تضادتا رُئي مبطلا .

(١) ف : فصل

(٢) سا : متساويان

(٣) د : أحدهما

(٤) سا ، د : والآخر

(٥) سا : أ ب ح د

(٦) ف : غير موجود

(٧) د : غير واضح

ووصلنا هـ ب ، هـ ج ، ر ب ، ر ج (١) فلأن زوايتي أ هـ ب ، د هـ ج (٢)
متساويتان وزاوية أ هـ ب الخارجة من مثلث هـ ر ب أعظم من زاوية (٣) هـ ر ب
أعنى أ ر ب فكذا (٤) زاوية د هـ ح (٥) أعظم منها فزاوية د ر ج الخارجة
من مثلث ج هـ ز (٦) أعظم كثيرا منها « ب » وأما في أصل فلك التلوير فليكن
أ ب ح د (٧) الفلك الموافق المركز والمركز هـ والقطر أ هـ ح وحول أ فلك
تلوير (٨) قطره (٩) ط ا ر وليكن التلوير يتحرك من أ والكوكب من ر إلى جهة
ب وإذا كان الكوكب على ر أو ط لم (١٠) يكن مسير الوسط هو (١١) مسير نقطة أ
ومسير (١٢) مكان (١٣) الكوكب مختلفان (١٤) ولكن إذا قطع رح زاد على
المستوية بقوس أح وإذا (١٥) قطع (١٦) من ط إلى ك نقص (١٧) بعينه من المستوية
قوس أك أعنى أح و : رح أعظم من ط ك لأننا إذا أوقفنا (١٨) على نقطة أ عمودا
على أ هـ ر كان نصف قطر (١٩) قطر التلوير (٢٠) ١ مو (٢١) وقع (٢٢) مماسا للدائرة

(١) د : ر ج

(٢) سا : ا ب هـ ، د هـ - وفي د : ا ب هـ ، د هـ ج

(٣) د : غير موجود (٤) د : فلك

(٥) د : د هـ ج

(٦) ف ، د : ح هـ ب - وفي سا : ح هـ

(٧) سا : ا ح د

(٨) سا : تلوير ط ، ل ر م - وفي د : تلوير ط ل ر ج .

(٩) سا ، د : وقطر . (١٠) سا : ولم .

(١١) سا ، د : وهو .

(١٢) سا : غير موجود .

(١٣) سا : ومكان .

(١٤) سا ، د : مختلفا .

(١٥) سا : غير موجود .

(١٦) سا : واقطع - وفي د : أو قطع .

(١٧) ف : غير واضح .

(١٨) هـ : وقفنا .

(١٩) ب ، ف ، سا ، د : غير موجود .

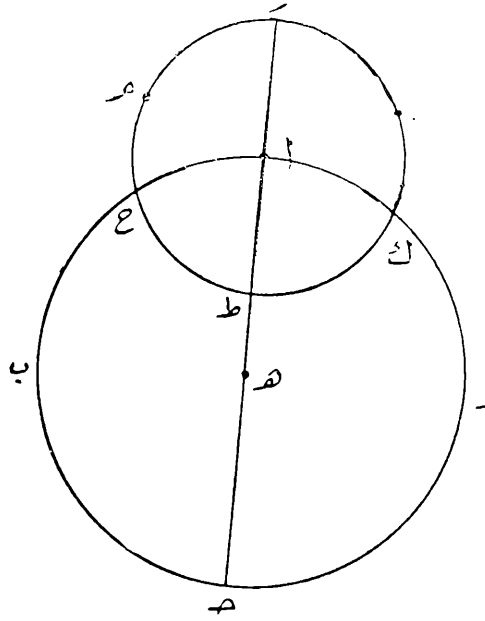
(٢٠) ب : التلوير وقع - [ر ا هـ كان قطر التلوير وقع] : في هامش ب .

(٢١) ف : في هامش - وفي سا : غير موجود - وفي ب : [ا م كان قطرا للتلوير] - وفي

د : [ا م] غير موجود .

(٢٢) سا ، د : وقع .

لموافق (١) وقطع من جانب ر أقل مما (٢) قطع دائرة الموافق فالزمان الذى يقطع فيه أح أعظم من الذى قطع فيه أك وإذا تحرك بخلاف هذه الحركة كان (٣)



شكل (٥٣)

الأمر بالعكس فليس إذن (٤) مسيرها (٥) فى القسى المتساوية متساويا (٦) بل يختلف إما فى (٧) الوضع الأول فيكون الذى عند الأوج أبطأ والذى عند الحضيض أسرع ، وإما فى الوضع الثانى الذى (٨) يكون (٩) جهة الحركة موافقة فيكون بالعكس فى أصل الخروج تكون الحركة ترى (١٠) بطيئة وقليلة عند الأوج والسريعة العظيمة عند الحضيض وأما فى أصل التدوير فإن (١١) كلا

(١) سا : الأفق .

(٢) ف ، سا ، د : من .

(٣) سا : فإن .

(٤) ف : إذا .

(٥) ف : سيرهما .

(٦) سا ، د : متساوية .

(٧) د : على .

(٨) د : إلى .

(٩) سا ، د : غير موجود .

(١٠) سا : إلى ترى .

(١١) سا : فإن كان .

الأمرين الممكن بحسب وضعى جهة (١) الحركة التى للكوكب (٢) فى الأوج
فإن اتفقت (٣) الحركتان كانت السرعة عند الأوج وإن (٤) تضادتنا كانت
عند الحضيض فلهين ما ضمنناه من أن العوارض من وضع (٥) الأصاين واحدة
إذا اشترطنا ثلاثة أمور أحدها أن يكون نسبة الخط الواصل بين المركزين إلى نصف
قطر الخارج كنسبة نصف قطر (٦) فلك التدوير إلى نصف قطر انفلك الحامل له
الموافق المركز والثانى أن يكون ما يقطعه (٧) مركز التدوير من الحامل قوسا
شبيهة بما (٨) يقطعه الكوكب من التدوير فى زمان واحد (٩) . والثالث (١٠)
أن تتخالف جهتا الحركتين فى التدوير (*) «ح» فأول ما تتفقان فيه من العوارض

(١) سا : جهتي .

(٢) سا : للكواكب .

(٣) ب : اتفق .

(٤) سا : فإن .

(٥) د : غير موجود .

(٦) د : غير موجود .

(٧) سا : مانقطعه .

(٨) د : مما .

(٩) [زمان واحد] : مكرر فى سا .

(١٠) د : فالثالث .

(*) نظرية (٢٣) : السرعة المريئة عند الحضيض أكبر من السرعة عند الأوج .

(وضع ابن سينا هذه النظرية فى صورة مختلفة يقول : إذا أخذنا قوسين متساويين أحدهما بدايته عند الأوج
والآخر بدايته عند الحضيض ، فإن الزاوية التى يقابلها القوس الأول عند مركز البروج أصغر من التى
يقابلها القوس الثانى) .

البرهان : قدم ابن سينا برهان هذه النظرية على أساس التفسيرين الموضوعين للحركة ، أى فى حالة
اعتبار الحركة على خارج المركز وفى حالة اعتبارها على فلك التدوير .

(١) فى حالة خارج المركز (شكل ٥٢) ليكن دائرة $ا ب ج$ د الخارج المركز حيث مركزه
 $هـ$ ، ومركز البروج $ر$ ، والأوج $ا$ ، والحضيض $د$. ولنأخذ قوسى $ا ب$ ، $ج د$ بحيث
يكون $ا هـ ب = د هـ ج$.

فى هذه الحالة $ا هـ ب < هـ ر ب$. $\therefore د هـ ج < هـ ر ج$

لكن $د ر ج < د هـ ج$. $\therefore د ر ج < د هـ ج < هـ ر ج$

\therefore الزاوية التى يقابلها القوس $ج د$ عند مركز البروج أكبر من التى يقابلها القوس $ا ب$ لكن
الكوكب ظاهر يأسار القوسين فى زمن واحد .
 \therefore سرعة الكوكب عند الحضيض أكبر من سرعته عند الأوج .

خارجة وهى (١) تفضل على ر الداخلة بزواوية ب فزواوية ب تحذ التفاوت بين الوسط والمعدل (٢) وهى زواوية فضل الاختلاف وكذلك تكون دائماً زواوية المحيط فضل ما بين الخارجة والداخلة فى المركزين المختلفين وهى (٣) زواوية (٤) التعديل فنقول لا يقع من (٥) الخطوط (٦) الواصلة فى جانب ب زواوية (٧) إلا أصغر (٨) من زواوية ب وإلا فلتكن (٩) إما زواوية ط إلى الأوج أو ك إلى الحضيض ولتصل (١٠) أيضاً خطوط ه د ، ط ه ، ه ك ، د ط ، د ك ، ر ط ، ر ك (١١) فزاويتا د،و ب من (١٢) مثلث ه د ب المتساوى الساقين متساويتان وكذلك زاويتا د ، ط من مثلث ه د ط متساويتان (١٣) و : در أعنى ر ب أقصر من ر ط كما تبين (١٤) فى كتاب (١٥) أقليدس و : رط يوتر زواوية ط در (١٦) فهى أعظم من ر ط د تبقى زواوية ه ط ر أصغر من زواوية ر د ه (١٧) أعنى ه ب ر (١٨) ولأن وتر ر د وهو ر ب أطول من ر ك فزاوية ر ك د أعظم من زواوية ر د ك لكن جميع ك مثل جميع د فيبقى (١٩) ه در (٢٠) أعنى ه ب ر أعظم من ه ك ر فزاوية ب أعظم من جميع الزوايا على المحيط إلا مقابلتها (٢١) وقد بان من هذا أن قوس أ ب التى تحذ الزمان من أقل الحركة الأوجية (٢٢) إلى الوسطى أعظم من قوس ب ح (٢٣) التى تحذ الزمان الذى من الوسط إلى أكثر الحركة الحضيضية

-
- (١) د : فهى .
(٢) سا ، د : فى المعدل .
(٣) سا ، د : غير موجود .
(٤) سا ، د : وزاوية .
(٥) ه : بين .
(٦) سا : الخطوط الخارجة .
(٧) سا : غير موجود .
(٨) سا : الأصغر .
(٩) سا : فليكن .
(١٠) ب : ونصل - وفى : ولنصل .
(١١) ف : غير واضح - وفى سا ، د : ه د ، ط ه ، ل د ، ك ر ، ه ط ، ر ط .
(١٢) ف : مثل .
(١٣) [وكذلك زاويتا د ، ط من مثلث ه د ط متساويتان] : فى هامش ب .
(١٤) ف ، سا : بين .
(١٥) سا ، د : غير موجود .
(١٦) د : ط .
(١٧) سا ، د : ه د ب .
(١٨) ب : ر ب ه - وفى سا ، د : ه ب د .
(١٩) ب : تبقى .
(٢٠) د : ه د ب .
(٢١) [على المحيط إلا مقابلتها] : غير موجود فى سا .
(٢٢) ب ، ف : فى الهامش .
(٢٣) سا : ب ط .

وأن التفاوت بينهما وهو قوس الاختلاف يحدها زاوية ب لأن زاوية ه ب ر يزيد بها زاوية أ ه ب على قائمة وينقص بها زاوية ب ه ح عن قائمه (*) . وأما على (١) أصل التلووير فلنبين مثل ذلك وقبل الخوض في ذلك أقول يجب أن يعلم أولا أنه ليس بعد الكوكب عن أوج التلووير ربع (٢) دائرة بحسب الرؤية وبحسب الحقيقة

(*) نظرية (٢٤) : الفرق بين المسير الوسط والمعدل أكبر ما يمكن عند التربيع المرئى .
البرهان : في شكل (٥٤) نفرض ا ب ح د الفلك الخارج المركز حيث مركزه نقطة ه ، وليكن مركز الأرض نقطة ر ، والأوج ا والحضيض ح . نرسم الوتر ر د عموديا على القطر ا ه ه ح فيكون نقطتا ا ، د هما موضعا الكوكب عند التربيع المرئى .

$$ا ر ب = ٩٠^\circ = \text{الوضع المرئى أو المسير المعدل} .$$

$$ا ه ب = \text{الوضع الحقيقى أو المسير الوسط} .$$

$$\therefore ه ر = \text{الفرق بين المسير الوسط والمعدل} . \text{ والمطلوب إثبات أن هذه الزاوية تكون}$$

نهاية عظمى عند نقطتى ا ، د .

لذلك نفرض نقطتى ط ، ل على جانبي نقطة ب .

∴ المثلث ه د ب متساوى الساقين .

$$\therefore ه د ر = ه ب ر \quad \text{وبالمثل} \quad ه د ط = ه ب ط .$$

$$\therefore ر ب > ر ط \quad , \quad ر ب = د ر .$$

$$\therefore د ر > ر ط . \quad \therefore ر ط د > ط د ر .$$

$$\therefore ر ط د + د ط ه > ط د ر + ط د ه .$$

$$\therefore ه ط ر > ر د ه \text{ أى } > ه ب ر$$

∴ الفرق عند ط أقل من الفرق عند ب .

وبالمثل عند نقطة ل : ر ل > ر ب ∴ ر ل > ر د

$$\therefore ر د ل > ر ل د \quad \text{لكن} \quad ه د ل = ه ب ل$$

$$\therefore \text{بالطرح ينتج أن} \quad ه ل ر > ه د ر \text{ أى } > ه ب ر$$

∴ الفرق عند ل أقل من الفرق عند نقطة ب

أى أن الفرق عند نقطة التربيع المرئى ب أكبر ما يمكن ، وينتج مثل ذلك إذا أخذنا نقطة التربيع

المرئى د .

ويمكن أن نستنتج من الشكل أيضا أن :

$$ا ه ب - ب ه ح = ٢ ه ب ر$$

أى أن الفرق بين القوس الذى من الأوج إلى التربيع والقوس الذى من التربيع إلى الحضيض يساوى ضعف

غاية الاختلاف

(٢) د : بربع

(١) ف : فى الماش

واحدا لأن (١) الذى بحسب (٢) الرؤية يشتمل على أكثر الاختلاف ويقع الخط الخارج من البصر إليه مماسا لفلك التدوير ولو قطعه لكان لا يشتمل على أكثر الاختلاف لأن كل قاطع فيمكن أن توجد نقطة خارجة عن مقطعه يوصل بها (٣) البصر بخط (٤) مستقيم فيكون ما يوجبه من البعد عن مركز فلك التدوير أكثر فيجب أن يكون الراسم لأبعد نقطة من مركز التدوير مماسا وأما المماس على الربع الحقيقي من الجهتين فيقع موازيا لقطر التدوير ولا يمكن أن يتصل بالبصر (٥) على الاستقامة فإن (٦) البصر موضوع على القطر فإن وقع خط مماس متصل بالبصر وقع دون موقع ذلك الخط وإن وصل (٧) بين البصر وبين موقع ذلك الخط المماس للربع بالحقيقة وقع قاطعا لفلك التدوير إليه فيمكن أن تكون فضل وراء (٨) ويجب أن تكون هذه المماسية من البصر أيضا دون مقاطعة التدوير والموافق وذلك لأنه لو كان عند المقاطعة وأخرجنا من مركز التدوير خطا إليها كانت الزاوية التى تحدث منهما (٩) مساوية لتى تحدث عند المركز من القطر المار بالمركزين وذلك الخط الخارج من مركز التدوير لتساوى ساقى المثلث فلم يكن عمودا وإلا (١٠) كان فى مثلث واحد قائمتان ولا (١١) تقع (١٢) هذه المماسية (١٣) أيضا أبعد من نقطة المقاطعة لأن المماسية لو كانت هناك لكانت الزاوية الكائنة منها ومن نصف قطر التدوير أعظم من التى عند المركز لأنها قائمة ولكان (١٤) الخط الواصل بين (١٥) المركزين أطول من هذا (١٦) الخط

(١) سا : إلا أن

(٢) ف : غير واضح

(٣) ف : إليه - وفى سا ، د : به .

(٤) د : فقط

(٥) ب : البصر

(٦) سا : لأن

(٧) د : وقع

(٨) سا : غير واضح

(٩) د : منها

(١٠) ف : ولا

(١١) ب : فلا

(١٢) سا : تقع

(١٣) سا : للمماسية

(١٤) سا ، د : وكان

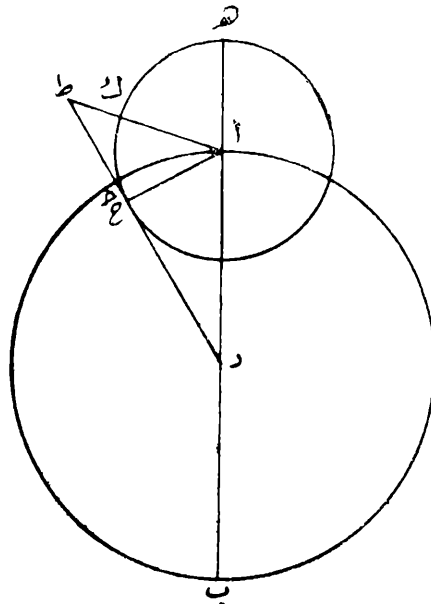
(١٥) ف : غير واضح

(١٦) ب : غير موجود - وفى ف : فى الهامش

المماس (١) وهو مساو لبعضه هذا خلف وأيضا لكانت الزاوية التي تحدث من الخط
المماس وقطر التدوير قائمة وأعظم من نظيرتها لو وقعت (٢) عند المقاطعة وكانت
التي عند المركز من المماس أيضا أعظم من التي عند المركز (٣) للمقاطعة لأن التي
للمقاطعة يكون بعضها منها تبقى الثالثة أصغر من نظيرتها في الأولى فيكون فضل
الاختلاف الذي (٤) توجه تلك الزاوية التي من المماس أصغر من فضل اختلاف
آخر (٥) وتلك زاوية غاية الاختلاف هذا خالف . فقد بان أن موقعه دون المقاطعة
التي بين التدوير والموافق فبين من هذا أن قوس غاية الاختلاف أعظم من القوس (٦)
المنفرز بين مركز التدوير وقطع الموافق « د » فليكن فلك أ ب ح هو الموافق
المركز على د و : ه ر ح (٧) التدوير (٨) على أ والقطر المار عليهما (٩) معا
ب د ر أ ه ونقطة البعد (١٠) المرئي نقطة ح ونضع أن حركة التدوير على الموافق
يقسم الحامل إلى (١١) أقسام (١٢) شبيهة بأقسام حركة الكوكب على التدوير
ولأن زاوية أ د ح (١٣) التي (١٤) بفعل الاختلاف بين المسير (١٥) الوسط
التي (١٦) عند ه ، أ والمرئي (١٧) الذي عند ح وفرض ح على الربع بالرؤية

-
- (١) د : غير موجود
(٢) سا : غير واضح
(٣) سا : الممكن
(٤) د : التي
(٥) سا : الخز
(٦) د : القوسين
(٧) سا : [د ه ، د ح]
(٨) سا ، د : للتدوير
(٩) د : عليها
(١٠) سا ، د : الربع
(١١) سا : غير موجود
(١٢) ه ، ف ، سا ، د : بأقسام
(١٣) سا ، د : د ه
(١٤) سا ، د : هي التي
(١٥) د : غير واضح
(١٦) سا ، د : الذي
(١٧) ه : المرئي

فزاوية د غاية فضل الاختلاف والتعديل وإذا (١) كان د ح (٢) مماسا ف :
أ ح يقع لا محالة عليه عمودا (٣) فإذا أخرجنا على أ عمودا على القطر فعل الربع
الحقيقي على ك كانت زاوية ك أ ح مساوية لزاوية د فلنخرج (٤) أ ك ليلاقى
د ح على ط وليلتقيان (٥) لأن مجموع زاويتي (٦) ط در ، ط أد (٧)
أقل من قائمتين فلأن زاوية ط مشتركة وزاوية أ (٨) من مثلث ط أ د (٩)



شكل (٥٥)

مثل زاوية ح (١٠) من مثلث ح ط أ (١١) تبقى زاوية ط أ ح مثل زاوية د وهما
فضل الاختلاف وبين (١٢) من جميع هذا أن قوس ه ح بحد الزمان من أقل الحركة

-
- (١) د : وإذا
(٢) د : ح
(٣) ف : عمودا
(٤) ب : فنخرج
(٥) سا ، د : وليلتقيان
(٦) سا : زاويتي مجموع
(٧) ف : د ، ط أ د - وفي سا د ، ط ، د
(٨) سا : ط ، د
(٩) [من مثلث ط أ د] : غير موجود في سا
(١٠) ف ، سا ، د :
(١١) ف : ح د - وفي سا : ح د
(١٢) سا ، د : فيين

إلى الوسطى وهو أعظم من قوس رح التي يحد من الوسطى إلى أكثر الحركة وأن الفضل بينهما ضعف قوس كح (١) أعنى ضعف (٢) قوس أ ح التي يشبهها (٣) وإنما كان الفضل بالضعف (٤) لأن أحدهما ينقص به عن الربع الحقيقي والآخر يزيد به عليه (*). وقد تبين من هذا أيضا أن في الأصلين جميعا إنما تكون (٥) الحركة شبيهة بالوسطى (٦) وموافقة لها حيث يبلغ (٧) غاية فضل (٨) الاختلاف وليس

(١) سا ، د : ح ط (٢) سا : غير موجود

(٣) ب : تشبهها (٤) د : بالضعف قوس ح ط أعنى ضعف قوس ا ح

(*) برهان نظرية (٢٤) في حالة فلك التدوير

يقول نظرية فلك التدوير أن الكوكب يتحرك على محيط دائرة صغيرة تسمى فلك التدوير وهذه الدائرة يتحرك مركزها على محيط دائرة البروج على أن يتحقق شروط هي :

- ١ - حركة الكوكب على محيط التدوير تكون في عكس اتجاه حركة مركز التدوير
- ٢ - يقطع الكوكب زاوية تدويرية مساوية للزاوية التي يقطعها مركز التدوير
- ٣ - نصف قطر التدوير يساوى البعد بين مركز العالم ومركز الخارج أو النسبة بينهما تساوى النسبة بين نصف قطر البروج ونصف قطر الخارج

ومن هذه الصورة يتضح أن المحل الهندسى للكوكب هو دائرة مركزها خارج عن مركز العالم وهي نفس نظرية الفلك الخارج المركز . فإذا كان الكوكب عند التربع حسب الرؤية يكون قد سار على فلك التدوير زاوية أكبر من ٩٠ درجة .

وفي برهان نظرية (٢٤) في حالة فلك التدوير اعتبر ابن سينا (شكل ٥٥) فلك التدوير ه ح ثابتا وأن الكوكب قد سار على محيطه زاوية ه ا ح أكبر من ٩٠ درجة أى أن ه ا ح هي الزاوية الحقيقية التي سارها الكوكب . فإذا أخذنا نقطة ح بحيث كان الخط الخارج من الأرض د إليها يماس فلك التدوير كانت زاوية د ح ا تساوى ٩٠° ويمكن اعتبارها بديلا عن التربع المرئى . وفي هذه الحالة تكون زاوية ا د ح تساوى ه ا ح - د ح ا = الفرق بين المسار الحقيق والمرئى عند التربع وواضح أن هذه الزاوية هي أكبر ما يمكن عندما يكون د ح مساويا لتدوير أى عند التربع المرئى = غاية الاختلاف . .

ويمكن أيضا أن نستنتج كما سبق أن الفرق بين القوس التي من الأوج إلى التربع والقوس التي من التربع إلى الخضيض = ضعف غاية الاختلاف .

لأننا إذا رسمنا من ا المستقيم ا ل ط عموديا على القطر ه ا ر ليقطع محيط التدوير في ل وامتداد د ح في ط كانت زاوية ل ا ح = زاوية ا د ح = غاية الاختلاف

∴ القوس ل ح تقابل زاوية مساوية لزاوية الاختلاف

لكن القوس من الأوج إلى التربع المرئى = ه ح = ه ل + ل ح

والقوس من التربع المرئى إلى الخضيض = ح ر = ل ر - ل ح

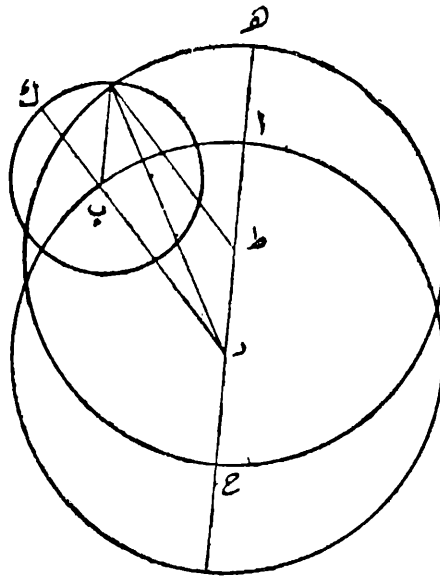
لكن ه ح = ل ر

∴ الفرق بين القوسين = ٢ ل ح = ضعف غاية الاختلاف وهو المطلوب

(٥) د : يكون (٦) سا ، د : الوسطى

(٧) ' : تبلغ (٨) ب : في الخامس

اتفاق الأصلين إنما هو على غاية الاختلاف فقط بل وعلى (١) الاختلافات الجزئية في القسي الجزئية فإنه يعرض إذا حفظت الأصول أن يكون التعديل واحداً (٢) في الأزمنة المتساوية أعني بالتعديل فضل الاختلاف وسواء كانت النسبة فيهما واحدة أى (٣) إن كان نصف قطر التدوير مساوياً للخط الواصل بين المركزين أو كانت النسبة متشابهة أى كانت (٤) نسبة نصف قطر التدوير إلى الخط الواصل بين المركزين (٥) كنسبة نصف قطر الموافق إلى (٦) نصف قطر الخارج . ولنضع أولاً أن (٧) النسبة واحدة وليكن اب ح الموافق ومركزه دو : رك (٨) التدوير على مركز ب و : ه ح (٩) الخارج ومركزه ط والقطر المشترك بين



شكل (٥٦)

الموافق والخارج ه د ج ومركز التدوير قد قطع أب والكوكب قطع ك ر شبيه (١٠)

-
- (١) د على
(٢) د : واحد
(٣) سا ، د : غير موجود
(٤) د : كان
(٥) [بين المركزين] : غير موجود في سا ، د
(٦) (نصف القطر الموافق إلى) : غير موجود في سا
(٧) سا ، د : غير موجود
(٨) سا : [د و ر ، ل]
(٩) ف ، سا ، د [و : ه د ر ح]
(١٠) ف ، د : نسبة

أب ولنصل ط ر ، در ، ر ب و : د ب ك (١) فلأن ط د ، ر ب (٢)
كما فرضنا متساويان (٣) ف : ط ر ، ر ب (٤) متساويان أيضا فالسطح
متوازي الأضلاع فزاوية ط ر د التي هي فضل الاختلاف في أصل الخارج مساوية
لمبادلتهما ر د ك وهو فضل الاختلاف في أصل التدوير . وأيضا أ د ب الداخلية مثل
أ ط والخارجة المقابلة و : ر ب ك الخارجة أيضا فالقسي الثلاث متشابهة ويمكن
الكوكب فيها واحد وفضل الاختلاف فيها (٥) واحد في زمان واحد ويبين (٦)
هذا بعينه في أى قوس فرض (*) . «و» وأما بيان ذلك والنسب متشابهة فليكن
أب ح (٧) الحامل على (٨) د (٩) وفلك (١٠) التدوير ه ر على ب (١١) وقطع (١٢)

(١) ف : [ط ر ، در ، د ب و : ط ب ك] -- وفي سا : [ط ر د ر ،
د ب ، ل] - وفي د : [ط ر ، و ر ، ب ل]

(٢) سا : ط ، در ، ب - وفي د : ط و ر ب

(٣) ف : متساويين

(٤) سا : [و : ط ر ، د ب]

(٥) سا ، د : غير موجود (٦) د ونين

(*) نظرية (٢٥) : زاوية الاختلاف (الفرق بين الموضع الحقيقي والمرئي) في لحظة معينة
متساوية في كلا نظريتي الخارج المركز وفلك التدوير

البرهان : إذنا اعتبرنا نصف قطر التدوير = البعد بين مركز العالم ومركز البروج .

في هذه الحالة (شكل ٥٦) ليكن ا ب ح البروج مركزه د ، ر ل التدوير مركزه ب ،
ه ح الخارج مركزه ط . وانفرض أن مركز التدوير سار من ا إلى ب فتحرك الكوكب من نقطة ل إلى
نقطة ر بحيث

$$ل ب ر = ا د ب ، ر ب = ط د$$

∴ الشكل ط د ب ر متوازي أضلاع

$$∴ ط ر د = ا ب د$$

لكن ط ر د = زاوية الاختلاف في حالة نظرية الخارج المركز

، د ر = « » « » « » « » فلك التدوير

ومن ذلك ينتج المطلوب

(٧) سا ، د : ا ب ح

(٨) سا ، د : وعل

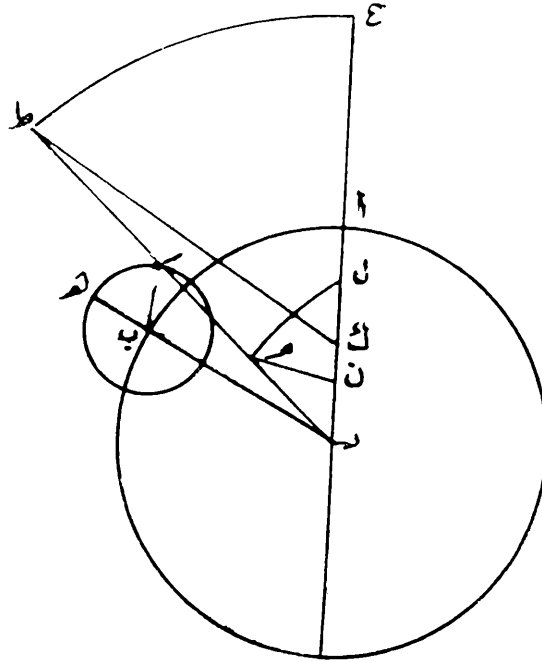
(٩) سا ، د ب

(١٠) سا ، د : فلك

(١١) [ه ر على ب] : غير موجود في سا ، د

(١٢) د : غير موجود

فلک التدوير (١) أ ب وقطع الكوكب هـ ر شبيها ب : ا ب (٢) ولتكن (٣) مرة فلک الخارج أكبر (٤) من الحامل وهو فلک ح ط على (٥) مركز ك ومرة أصغر (٦) منه وهو ل م على مركز ن (٧) والشرط أن يكون نسبة نصف (٨) قطر التدوير إلى أى الواصلين نسب إليه من المذكورين كنسبة نصف قطر الحامل إلى نصف قطر (٩) الخارج ولنخرج ب ر (١٠) وأيضا دريمر (١١) على م من قوس ل م إلى ط من قوس ط ح ويخرج د ب إلى هـ الأوج فنقول إن هذه القسي كلها متشابهة فلأن ر هـ شبيهة ب : ا ب فزاوية ر ب هـ مساوية ل : أ د ب ، ف : ب ر ، د ا متوازيان وزاوية ب ر د (١٢) من مثلث ر د ب مثل



شكل (٥٧)

-
- (١) د : فلک التدوير وقطع فلک التدوير وقطع فلک التدوير
(٢) سا : [ا : ب] - وفي د : [ب : ا]
(٣) سا : وليكن
(٤) ف ، سا : أكثر
(٥) د : غير موجود
(٦) سا ، د : فلک أصغر
(٧) ف ، سا : ر -- وفي د : غير موجود
(٨) [الحامل إلى نصف قطر] : غير موجود في د
(٩) سا : غير موجود
(١٠) ف : ب
(١١) سا : تمر
(١٢) سا ، د : ر د

زاوية رد أ المتبادلتان وزاوية د مشتركة بين مثلثي م د ن ، ك ط د (١)
وهما متناسبا الأضلاع المحيطة بالزاوية لأجل مناسبة أضلاع ب رد لأضلاعها (٢)
ولأجل (٣) تساوى الزوايا المتبادلة وتناسب الأضلاع المحيطة بها فإن نسبة ب و
إلى در ك : دك (٤) إلى د ط و : دن إلى م د (٥) لما فرضنا أن نسبة ب ر
إلى دك وإلى دن مثل نسبة دب إلى ط ك وإلى م ن ونسبة در إلى دظ وإلى
دم (٦) فيصير الزوايا المتناظرة من الثلاثة (٧) متساوية فزوايا (٨) رد ب ،
د ط ك ، دم ن (٩) متساوية فخطوط (١٠) ب د ، م ن ، ط ك (١١)
متوازية فتصير زوايا أ د ب ، ح ك ط ، ل ن م (١٢) متساوية فالقسي (١٣)
متشابهة وحينئذ يكون الكوكب مرتبا على خط واحد لا يختلف في الرؤية (١٤)
وهو د م ر ط وذلك عندما يكون الكوكب على ط و : م و : ر و (*) والنسبة

- (١) سا : م : در ، ر ط - وفي د : ن در ، ل ط د
(٢) سا ، د : [أضلاعها أضلاع ب رد] بدلا من [أضلاع ب رد أضلاعها]
(٣) سا ، د : لأجل
(٤) سا : [و : د ل]
(٥) [و : دن إلى م د] : غير موجود في سا - وفي د : [و : در إلى ح ر]
(٦) (وإلى دن مثل نسبة دب إلى ط ل وإلى م ن ونسبة در إلى د ط وإلى دم) : غير
موجود في سا ويوجد بدلا عن ذلك [مثل نسبة د ل إلى ل ط ونسبة در إلى د ل]
(٧) سا الثلاث
(٨) سا : فزاويتا
(٩) سا : رد ب ، د ط ل ، دم ر
(١٠) سا : بخطوط
(١١) سا : ب د ، م ر ، ط ل
(١٢) ف : ا د ب : ح ط ل ، ل ر م - وفي سا : ا د ب ، ح ط ل ، ل ر م
(١٣) سا : والقسي
(١٤) ف ، سا ، د : الزاوية
(*) برهان نظرية (٢٥) في حالة اعتبار أن

$$\frac{\text{نصف قطر التدوير}}{\text{نصف قطر البروج}} = \frac{\text{البعد بين مركز العالم ومركز الخارج}}{\text{نصف قطر الخارج}}$$

لنفرض ا ب ح البروج أو الموافق وليكن مركزه د (شكل ٥٧) ، ر ه التدوير مركزه ب ،
ح ط الخارج إذا كان أكبر من البروج ومركزه ك ، ل م الخارج إذا كان أصغر من البروج
ومركزه ن .

المفروض أن مركز التدوير سار من ا إلى ب وأن الكوكب تحرك من ه إلى د

$$\frac{\text{ب}}{\text{ل}} = \frac{\text{د}}{\text{ط}} \quad \text{وأن} \quad \frac{\text{ب}}{\text{ن}} = \frac{\text{د}}{\text{م}}$$

هذه (١) «ر» . ونقول أيضا إن القسي المتساوية من البعد الأبعد والأقرب في جهتين بحسب الرؤية تفعل (٢) اختلافا واحدا إلا أن (٣) الذى يقع منها في جانب الأوج ينقص التعديل والذى من جانب الحضيض يزيده والأمر سواء في الأصلين ولنبيين، ذلك في أصل الخروج عن (٤) المركز لنخرج من مركز الأرض وهو نقطة ر خطأ (٥) مقاطعا للقطر كيف ما (٦) اتفق مثل (٧) در ب وهو لا محالة يفصل د ج ، أب (٨) متساويين بالرؤية لأن الزاويتين المتقاطعتين متساويتان ونصل د ه ، ه ب فظاهر (٩) أن زاويتي د و ب متساويتان لتساوى الساقين

والمطلوب إثبات أن زاوية الاختلاف واحدة في الحالتين

$$\therefore \text{ر ب ه} = \text{ر ب د} \quad \therefore \text{د يوازي ب ر} \quad \therefore \text{ب ر د} = \text{د ب ر}$$

$$\text{لكن } \frac{\text{ب ر}}{\text{د ب}} = \frac{\text{ح ا}}{\text{ح ا}} = \frac{\text{ح ا}}{\text{ح ا}} = \frac{\text{ح ا}}{\text{ح ا}} \quad ، \quad \frac{\text{ح ا}}{\text{ط ل}} = \frac{\text{ح ا}}{\text{ح ا}}$$

$$\text{وحيث أن } \frac{\text{ب ر}}{\text{د ب}} = \frac{\text{ح ا}}{\text{ط ل}}$$

$$\therefore \text{زاوية ط} = \text{زاوية ب د ر}$$

وبالمثل يمكن إثبات أن زاوية م = زاوية ب د ر

$$\therefore \text{ب د ر} = \text{ط} = \text{م}$$

لكن ب د ر = زاوية الاختلاف في حانة فلك انتدوير

$$\text{ط} = \text{« الخارج المركز الأكبر »}$$

$$\text{م} = \text{« الأصغر »}$$

ومن ذلك ينتج المطلوب

$$(١) \text{ سا } \text{ هاذ}$$

$$(٢) \text{ ف } \text{ غير واضح } \text{ وفى سا ، د : يفعل}$$

$$(٣) \text{ ف } \text{ لأن - وفى سا : الآن}$$

$$(٤) \text{ ب } \text{ من}$$

$$(٥) \text{ سا ، د } \text{ غير موجود}$$

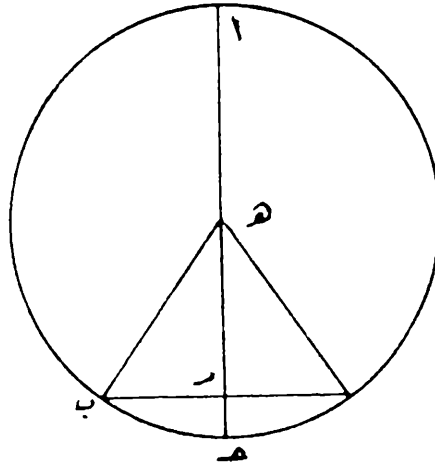
$$(٦) \text{ سا } \text{ غير موجود}$$

$$(٧) \text{ سا } \text{ مل مثل}$$

$$(٨) \text{ سا ، د : د ح ، ا ب}$$

$$(٩) \text{ سا ، د : و ظاهر}$$

لكن زاوية د ه ر أصغر من خارجة در ح التي للمسير المختلف (١) عند الحضيض
ومن زاوية أ ر ب عند الأوج التي هي مثل زاوية در ح التي عند الحضيض بزاوية
د وهي الفضل بين الذي يرى وبين الوسط فزاويتا د ، ب المتساويتان هما التفاوت بين
الذي يرى وبين الوسط (٢) وبه (٣) كان الوسط (٤) أكثر من المعدل المرئى تارة
وأصغر منه تارة وهما سواء فإذا (٥) الزيادة والنقصان فهما شئ واحد (*) « ح »



شكل (٥٨)

(١) ف : في الهامش

(٢) [فزاويتا د ، ب المتساويتان هما التفاوت بين الذي يرى وبين الوسط] : في هامش ب

ومكرر في سا

(٤) سا ، د : إلى الوسط

(٣) ف : غير موجود

(٥) سا ، د : فإذا

(*) نظرية (٢٦) : إذا تساوت زاويتا الرؤية إحداها من الأوج والأخرى من الحضيض في اتجاهين

مختلفين فإن زاويتي الاختلاف تكونان متساويتين

البرهان : في شكل (٥٨) ، ليكن ر مركز العالم ، ه مركز الفلك الخارج ولنرسم أى وتر

د ر ب فتكون $\angle ر = \angle د ر ه$ فهما إذن متساويتان للرؤية وإحداها مقاسة ابتداء من الأوج بينما
الأخرى مقاسة من الحضيض

$\angle ه ر ب$ هي الزاوية الحقيقية عند الأوج ، $\angle ه د ب$ الحقيقية عند الحضيض

∴ $\angle ه ر ب = \angle ه ر د - \angle د ر ب =$ زاوية الاختلاف لقوس الأوج

، $\angle ه د ر = \angle ه د ب - \angle د ر ب =$ زاوية الاختلاف

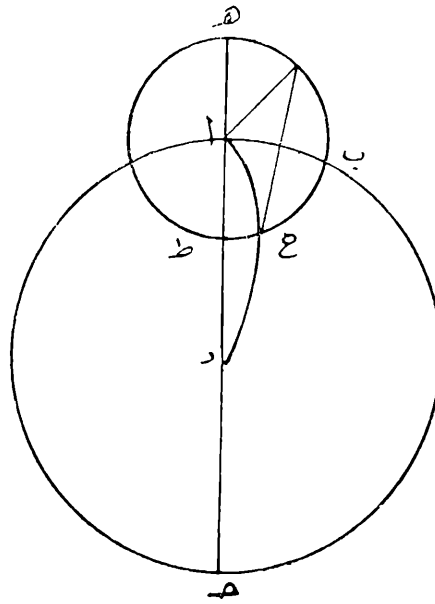
لقوس الحضيض ونلاحظ أن إحداها بالزيادة والأخرى بالنقصان

فمن المثلث ه د ب المتساوى الساقين ينتج أن

$\angle ه ر ب = \angle ه د ر$

أى أن زاويتا الاختلاف متساويتان وهو المطلوب

وأما على أصل فلك التدوير فليكن القوسان من فلك التدوير قوسى (١) هـ ر ، ط ح كيف اتفق بعد أن يفصلهما خط واحد خارج من د الذى هو مركز الموافق فمعلوم أنهما فى الرؤية (٢) متساويان أى يفعلان (٣) اختلافا واحدا لأن فضل الاختلاف وهو (٤) زاوية د فهما (٥) جميعا واحد بعينه لكن القوسين (٦) فى الحقيقة مختلفان فلنصل أ ح : أ ر فزاوية هـ ا ر (٧) أعظم من أ ر د أعنى (٨) بزاوية أ د ر و : أ ح ر أعظم من د ا ح (٩) الداخلة (١٠) بزاوية (١١) د ولكن قد



شكل (٥٩)

تبين أن زاوية ر هى زاوية الحركة التى ترى عند الأوج لأن الفضل بينها (١٢)

- (١) ب ، سا ، د : قوسا
- (٢) سا ، د : الزاوية
- (٣) سا : يفعلون
- (٤) سا ، د : وهى
- (٥) سا ، د : فهما
- (٦) ف : القوس
- (٧) [فزاوية هـ ا ر] : غير موجود فى سا
- (٨) ب : غير موجود - وفى ف : فى الماثل
- (٩) ف : ا د ح - وفى سا ، د : د ا ر
- (١٠) سا : الداخلة
- (١١) [بزاوية د] : غير موجود فى سا
- (١٢) ب ، سا ، د : بينهما

وبين الخارجة التي هي ه أ ر التي للوسط هو زاوية د فزاوية (١) ر ناقصة عن زاوية ه أ ر التي للوسط بزاوية د وأما عند الحضيض فزاوية الحركة التي ترى هي زاوية أخرى (٢) مساوية (٣) ل : ح أ (٤) وتزيد على الزاوية الوسطى (٥) التي (٦) هي (٧) زاوية ط أ ح بزاوية د أيضا ثم هي في الحقيقة ناقصة عن ه ا ح (٨) بزاوية د وزائدة على ح أ ط بزاوية د أيضا (٩) فإذا (١٠) الحركة الوسطى في أبعد البعد تزيد على المرتبة (١١) بمثل ما تنقص (١٢) في أقرب (١٣) القرب عن المرتبة (١٤) إذا كانت النسبة هكذا (*).

(١) سا ، د : وزاوية

(٢) سا ، د : ا ح

(٣) سا ، د : ومساوية

(٤) ف ، سا ، د : [ل : ا د ح]

(٥) سا ، د : الوسط (٦) سا ، د : الذي

(٧) سا ، د : هو

(٨) ف ، سا ، د : ه ا ر

(٩) سا : غير موجود

(١٠) سا ، د : فإذا

(١١) سا ، د : المرتبة

(١٢) سا ، د : ماينقص

(١٣) سا ، د : أوقات أقرب

(١٤) سا ، د : المرتبة

(*) برهان نظرية (٢٦) في حالة فاك التدوير

في شكل (٥٩) ف ه البروج وسركزه د ، ه ر ح ط التدوير ومركزه ا فإذا رسمنا أى قاطع د ح ر ليقطع التدوير في نقطتي ح ، ر وفرضنا أن الكوكب عن إحدى هاتين النقطتين في هذه الحالة :

ا ر د = زاوية الرؤية عند ر بالنسبة للأوج

، ا ح د = زاوية الرؤية عند ح بالنسبة للأوج

∴ زاوية الرؤية عند ح بالنسبة للحضيض = ١٨٠ - ا ح د = ا ر د

لكن في المثلث المتساوي الساقين ا ر ح :

ا ر د = ا ح د

∴ زاويتا الرؤية متساويتان وإحدهما من الأوج والأخرى من الحضيض

لكن زاوية الاختلاف في الحالتين = ا د ر

∴ إذا تساوت زاويتا الرؤية إحدهما من الأوج والأخرى من الحضيض كانت زاوية الاختلاف

في الحالتين واحدة ونلاحظ أنها في أحدهما = الحقيقي - المرئي وفي الأخرى = المرئي - الحقيقي

وبذلك يثبت برهان النظرية

فصل

فما (١) يظهر للشمس من اختلاف الحركة (٢)

ثم شرع بطليموس في تحقيق الاختلاف الذى للشمس فقال لما كانت عودات الشمس تكون في زمان سواء وكان قطعها للأرباع ليس يرى في زمان سواء وكذلك القسي المتساوية التي هي أصغر من الأرباع ليست (٣) سواء (٤) بل كان مسيرها المرئي مختلفا إلا أن اختلافه في أمكنة واحدة بعينها وكان أصل الخروج أولى وجب أن نطلب قانون تعديله على أصل الخروج ونبدأ أولا بتقدير الخط الواصل بين المركزين وموضع البعدين الأبعد والأقرب من فلك البروج وذلك أن أبرخس لما عرف بالرصد أن مدة ما بين الاعتدال الربيعي إلى الانقلاب الصيفي (٥) أربعة وتسعون يوما ونصف يوم ومن ذلك الانقلاب إلى الحريفية (ص) يوما ونصف يوم استخرج منه أن نسبة الخط الواصل أنه (٦) جزء من (كد) من نصف قطار (٧) الخارج ون البعد الأبعد يتقدم (٨) المنقلب الصيفي (كدل) بالتقريب إذ هو لا محالة في هذا الربع لأن المسير (٩) فيه (١٠) أبطأ جذا (١١) واستحسن بطليموس طريقة أبرخس وبين أن الأمر على ما ذكره بحسب أرصاده فإنه وجد برصد رصده من الحريفية إلى الربيعية (قعح) يوما وربع يوم (١٢) ومن الربيعية إلى الصيفية (صد) يوما ونصف يوم وأن من هذا يجب أن يكون الأوج ونسب الخطوط على ما قال أبرخس «ط» فلتكن دائرة أب ح د فلك البروج على ه ودائرة ط ك ل م (١٣) فلك الخارج المركز (١٤) على ر وتقاطع قطري أح ،

(١) ف : في ما

(٢) [فصل فيما يظهر للشمس من اختلاف الحركة] : غير موجود في صا ، د

(٣) سا ، د : ليس (٤) سا ، د : سوى

(٥) سا ، د : الربيعي

(٦) ب : غير موجود - وفي ف : بين السطرين

(٧) سا ، د : القطر

(٨) سا ، د : يعد من

(٩) سا ، د : المشرقية

(١٠) سا ، د : غير موجود

(١١) ب : غير واضح

(١٢) [وربع يوم] : غير موجود في صا ، د

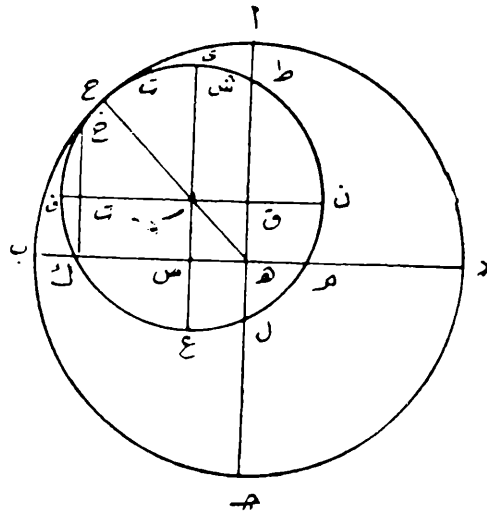
(١٣) ف ، سا ، د : ط ك ل

(١٤) سا : عن المركز

ب د (١) على قوائم وأطرافها النقط الأربع وليكن (٢) الربيعية و : ب الصيفية
ومن نقطة ر (٣) خط رس ع (٤) موازيا ل : أ ج (٥) يقطع ب د على س و : ف ن
موازيا ل : ب (٦) د يقطع أ ج على ق ولأن رى (٧) خارج (٨) من المركز و : ق ط
من نقطة أخرى على قطر آخر (٩) فخط رى (١٠) أطول من ق ط (١١) فعمود
طش (١٢) على رى (١٣) من قط على دب الموازى لرب يقع داخل الدائرة فيقطع رش (١٤)
مثل ق ط ولنخرجه إلى ث (١٥) فينصف (١٦) طث (١٧) على (١٨) ش (١٩)
لا محالة (٢٠) ولنخرج كذلك ك ت خ (٢١) منصفاً (٢٢) على ت (٢٣) فيكون
نقط ط ك ل م هي النقط الأربع فى الخارج و : ط بإزاء (٢٤) الربيعية و : ك

-
- (١) سا ، د : ا ح ، د
(٢) سا ، د : وليكن
(٣) سا ، د : ن
(٤) ف : ن س ع - وفى سا ، د : ر ع
(٥) سا ، د : [ل : ا ح]
(٦) سا ، د : [و : ب ر]
(٧) ف : دب - وفى سا ، د : ر ب
(٨) سا ، د : غير موجود
(٩) سا ، د : ا د - وفى ف : قطر ط ر ا ح حيث [ا ح] فى الهاش
(١٠) ف : دب - وفى سا ، د : ر ن
(١١) [من و ر ط] : غير موجود فى سا ، د - وفى ف : ف ط
(١٢) سا ، د : ط س
(١٣) ف : [طش من ق ط على د ن الموازى ل : ر ب] - وفى هاش ب : [من ق ط
إلى رى الموازى ل : ر ن]
(١٤) سا ، د : رس
(١٥) ف : ت
(١٦) سا ، د : فيتنصف
(١٧) ف ، سا ، د : ط ب
(١٨) سا ، د : لا محالة على
(١٩) ف ، سا ، د : س
(٢٠) سا ، د : غير موجود
(٢١) ف : ل ث د ح - وفى سا ، د : ل و ع
(٢٢) ف : منتصفاً
(٢٣) ف : ت - وفى سا ، د : غير واضح
(٢٤) ف : باراء .

بإزاء ب الصيفية وكذلك البواقى وقد علم برصد بطليموس أن ك ل م فى كم مدة قطع فقد علم إذن أجزاءه من المسير الوسط فيعلم نقصان ك م (١) من النصف وهو ضعف قوس ف ك وعلم (٢) أن ك ع نصفه وعلم أنه (٣) كم نقص عن الربع فنقصانه (٤) بقوس (٥) ك ف (٦) فقوس ك ف (٧) معلومة ويعلم برصد (٨)



شكل (٦٠)

بطليموس ك ط و : ك ف معلوم فيعلم طى (٩) الزيادة على الربع وليخرج الخط الواصل بين المركزين إلى فلك البروج وهو هـ ر ح فلأن الحركة البطيئة فى النصف الشمالى ومن الربعين فى ك ط ففيه الأوج وهو عند نقطة ح (١٠) فلأن (١١) قوس طى (١٢)

(١) سا ، د : ك م

(٢) سا ، د : غير موجود

(٣) ب : غير موجود - وق ف : بين السطرين

(٤) سا ، د : بنقصانه

(٥) سا : غير واضح

(٦) سا ، د : ل ن

(٧) سا ، د : ل ن

(٨) سا : د : غير موجود

(٩) ف ، سا ، د : ط ن

(١٠) سا ج

(١١) ب ولأن

(١٢) ف ، سا ، د : ط ن

معلومة (١) فضعه ط ث (٢) معلوم (٣) فوتره ط ش ث (٤) معلوم فنصفه ط ش (٥) معلوم وكذلك ك ت (٦) معلوم فاذن (٧) ق ر ، ر س (٨) الموازيان لهما معلومان وذو أربعة أضلاع ق ه س ر (٩) معلوم الأضلاع و : هر وتر القائمة وهو (١٠) الخط الواصل معلوم فزوايا (١١) المركز من المثلث معلومة فزاوية أ ه ح أعني قوس أ ح معلومة فقد علمت نسبة (١٢) الواصل إلى نصف قطر الحامل وعلم بعد الأوج من الربيعية والأرباع من الخارج (١٣) معلومة (*). وقد خرج

- (١) سا : معلوم
(٢) ف ط ب
(٣) ب فمعلوم
(٤) ف ط س ت - وفي سا : ط ش ب
(٥) سا ، د : ط س
(٦) ف ، سا ، د : ل ث
(٧) سا ، د : فإذا
(٨) ف : ق ن ، ر ش
(٩) ب ، د : و ب س
(١٠) ب ، د : و ص
(١١) سا : د : وزوايا
(١٢) سا : بسبب

(١٣) [من الخارج] : في هامش ب ، ف

(*) طريقة تعيين موقع الأوج إذا عرفت الفترات بين بعض النقاط الأساسية الأربعة (الاعتدالين والانتقالين)

البرهان : برهن ابن سينا ذلك في حالة خاصة اعتمد فيها على أرصاد بطليموس . وثلا حظ أن ابن سينا ذكر أن هذه الأرصاد تغطي المدة من نقطة الخريف إلى نقطة الربيع ومقدارها $١٧٨\frac{1}{4}$ يوما وكذلك المدة من نقطة الربيع إلى نقطة الصيف وهي ٩٤ يوما ، ولكن البرهان الذي ساقه يتصل بمعرفة المدة من نقطة الصيف إلى الشتاء ومن نقطة الربيع إلى الصيف .
في شكل (٦٠) أ ب د البروج ومركزه ه والمستقيمان أ ب ، ب د قطران متعامدان . ونفرض أن أ نقطة الربيع ، ب الصيف ، ح الخريف ، د الشتاء وبذلك تكون المدة من نقطة ب إلى ج إلى د تساوي $١٧٨\frac{1}{4}$ يوما ومن نقطة أ إلى ب ٩٤ يوما

∴ أكبر مدة بين نقطتين هي التي من أ إلى ب

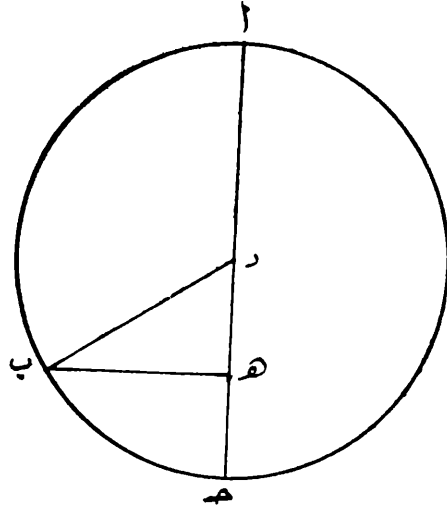
∴ الحركة أبطأ في ذلك الربع

∴ الأوج يقع في تلك المنطقة ، وبذلك يكون مركز الخارج واقعا في ذلك الربع نفرض أن مركز

الخارج هو نقطة ر وأن دائرة الخارج هي ط ل م حيث ط : ل نقطتا تقاطعها مع أ ب ، ل : م نقطتا تقاطعها مع ب د

∴ كانت الشمس تقابل نقطة ط في الربيع ، ل في الصيف ، م في الخريف ، م في الشتاء

مكان الأوج ونسبة الواصل على ما ذكر أبرخس فلما كان أوج الشمس حيث وجدته أبرخس (١) حكم (٢) أن أوج الشمس ثابت غير متحرك وأما المتأخرون فلما رصدوا في أيام المأمون على هذه السبيل بعينها وجدوا أوج الشمس زائلا عن الموضع الذي ذكره أبرخس على حسب حركة الكواكب الثابتة وكذلك وجدناه (٣) في



شكل (٦١)

∴ المعلوم من الرصده هو قوسا $\angle ل م$ ، $\angle ا ب$
نرسم القطرين $ي ر ع$ ، $ف ر ن$ موازيان للقطرين المتعامدين $ا ح$ ، $ب ح$ ويقطعاها في نقطتي $ق$ ،
 $س$. ونرسم الوتر $ط ش$ موازيا للقطر $ف ر ن$ وقاطعا القطر الآخر في نقطة $ش$ ، وكذلك
نرسم الوتر $ل ت$ موازيا ل $ي ر ع$ وقاطعا الآخر في نقطة $ت$.
وأخيرا نصل $هـ ر$ ونمده ليقابل المحيط في نقطة $ح$ فتكون $هـ ا$ هي الأوج وتكون الزاوية $ا هـ ح$ هي
بعد الأوج عن نقطة الربيع وهي المطلوب إيجادها .

∴ القوس $\angle ل م$ معلوم

∴ $١٨٠ - \angle ل م = \angle ٢$ ف معلوم

∴ $\angle ط ل$ معلوم

∴ $\angle ط ل - \angle ل ف = \angle ط ف$ معلوم

∴ $\angle ط ف - ٩٠ = \angle ط ي$ معلوم

ومن $\angle ل ف$ ، $\angle ط ي$ نعرف ضلعيهما $\angle خ$ ، $\angle ط ث$ ومن ذلك نعلم وتريهما $\angle خ$ ، $\angle ط ث$

ونصف الوترين هما $\angle ل ت$ ، $\angle ط ش$

لكن $\angle ل ت = \angle ق هـ$ ، $\angle ط ش = \angle ق ر$

∴ في المثلث $ق هـ ر$: نعرف $\angle ق هـ$ ، $\angle ق ر$ ، البعد بين المركزين $هـ ر$

∴ يمكن تعيين زاوية $ا هـ ح$ وهو المطلوب

(١) سا : أبرخس (٢) سا ، د : فحكم

(٣) سا : وجدناه

صدنا بعد تصنيفنا هذا الكتاب. «ى» ثم شرع بطليموس في تبين غاية الاختلاف ولأنها عند اثنين وتسعين جزءا وثلاث(١) وعشرين دقيقة من الأوج في الخارج أو في التدوير فبين أولا على أصل الخروج وقال (٢) فليخرج من ه مركز فلك (٣) البروج عمودا على القطر إلى ب ولنصل (٤) دب وقد تبين أن ذلك يقع حيث يكون غاية فضل الاختلاف ومثلث د ه ب معلوم الأضلاع لأن نسبة دب إلى د ه معلوم بالشكل الذى قبل هذا الشكل (٥) وزاوية ه قائمة فالزاويا البواقي (٦) معلومة فزاوية ب معلومة . وقد خرجنا (٧) بالحساب جز أين(٨) وثلاثا (٩) وعشرين دقيقة (١٠) بالأجزاء التى بها أربع (١١) زوايا (١٢) قوائم ثلاثمائة وستون (١٣) جزءا و : أدب الخارجة معلومة فقوس أب معلومة (١٤) بالشكل الذى قبل هذا الشكل وزاوية ه قائمة فالزوايا البواقي (١٥) معلومة (١٦) وقد (١٧) خرجت (١٨) بالحساب على ما ذكرنا وهو بزيادة (١٩) فضل الاختلاف على الربع «يا» وأما على أصل التدوير

(١) ب ، سا ، د : وثلاثة

(٢) سا ، د : غير موجود

(٣) ف ، سا ، د غير موجود

(٤) ب ونصل

(٥) سا ، د : غير موجود

(٦) [معلوم بالشكل الذى قبل هذا الشكل وزاوية ه قائمة فالزوايا البواقي] : غير موجود

في ب

(٧) ف ، سا ، د : خرج

(٨) ب : جزءان

(٩) سا ، د : وثلاثة

(١٠) ب : وثلاثة وعشرون

(١١) سا : ارتفع

(١٢) ف ، سا ، د : غير موجود - وفي ب : في الهامش

(١٣) [ثلثمائة وستون] : غير موجود في ب ، وبدلا منها يوجد [شس]

(١٤) سا ، د : معلوم

(١٥) ب : الباقي

(١٦) [بالشكل الذى قبل هذا الشكل وزاوية ه قائمة فالزوايا البواقي معلومة] : في هامش ب

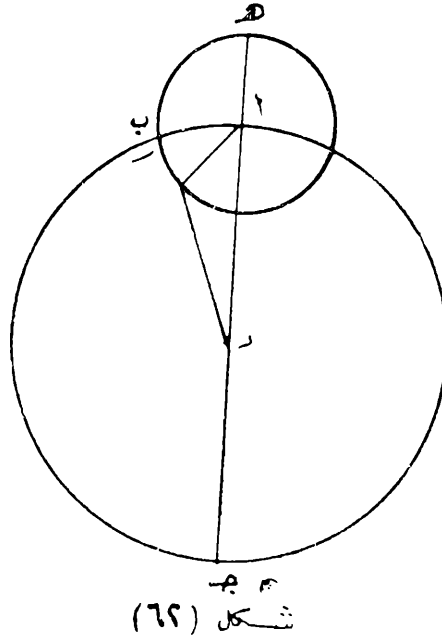
وغير موجود في سا ، د ، ف

(١٧) في ب : و - وفي سا : غير موجود - وفي ف : بين السطرين

(١٨) سا ، د : وخرج

(١٩) ب : في الهامش - وفي سا ، د : زيادة - وفي ف : بين السطرين

فليكن أ ب ح (١) الفلك الموافق و : ب ه ر (٢) التدوير على أ و : در (٣) المماس من المركز و : أ ر لا محالة عمود عليه ونسبة أ ر : أ د (٤) معلومة فالمثلث والأضلاع والزوايا على ما علمت معلومة وزاوية (٥) د معلومة (٦) فقموس الفضل معلومة (٧)



وزاوية ه أ ز الخارجة معلومة من جهة (٨) زوايا المثلث فقموس ه ب ر وهي البعد من الأوج معلومة وقد خرج على ذلك الحساب (*).

-
- (١) ف ، سا ، أ ب د
 (٢) ف ، سا ، [و : ه ب ر]
 (٣) ف ، سا ، د : [و : در ب]
 (٤) سا ، [أ ر : أ د] - وف : [أ د : أ ب]
 (٥) ف ، سا ، د : فزاوية
 (٦) [وزاوية د معلومة] : في هامش ب
 (٧) سا ، معلوم ، معلومة
 (٨) سا ، د : غير موجود

(*) غاية الاختلاف للشمس تحدث عندما يكون الموضع الحقيقي للشمس ٢٣° ٩٢' من الأوج البرهان : أورد ابن سينا برهان بطليموس بطريقتين طريقة الخارج المركز وطريقة فلك التدوير

(١) طريقة الخارج المركز : في شكل (٦١) أ ب ح الخارج ومركزه د ، وليكن نقطة ه مركز العالم ، ه ب عمودى على أ د ه ح
 ∴ د ب ه هي غاية الاختلاف ، أ د ب الموضع الحقيقي للشمس

فصل

في معرفة الاختلافات الجزئية (١)

وأما كيف يمكن لنا أن نعرف تقويم الشمس في أي وقت شئنا فنقول إنه متى عرفنا بعد المسير الأوسط من الأوج عرفنا ما يخصه من الاختلاف وعرفنا المكان المقوم من فلك البروج ولنجعل البيان الأول على أصل الخروج «يب» فايكن (٢) أب ج الموافق المركز حول دو : هرح الخارج المكنة حول ط وقوس هر معلومة ونصل ط ر ، در ف : أب من فلك البروج هو (٣) المطلوب وهو ما يرى ، بإزاء (٤) رويخرج (٥) ر ط إلى ك حيث يقع عليه من المركز عمود د ك فزاويتا ك و : ك ط د (٦) مقاطعة ه ط ر المعلومة معلومتان ووتر ط د يكون قطرا (٧) للدائرة (٨) التي ترسم عليه (٩) معلوم فالمثلث على ما قيل معلوم (١٠) نسب الأضلاع

$$\frac{\text{المد بين المركزين}}{\text{نصف قطر الخارج}} = \frac{د ه}{د ب} ، ٩٠ = \hat{د} .$$

من قبل (.

∴ زاوية د ب ه تصبح معلومة

∴ ا د ب = ٩٠ + د ب ه تصبح معلومة ونستنتج منها القيمة المذكورة

(ب) طريقة فلك التدوير : في شكل (٦٢) ا ب ه البروج ومركزه د ، ه ب ر فلك التدوير ،

د رماس للتدوير

∴ زاوية ا د ر هي غاية الاختلاف ، ه ا ر الموضع الحقيقي

$$\text{نسبة } \frac{ا ر}{ا د} = \frac{\text{نصف قطر التدوير}}{\text{نصف قطر البروج}} = \text{نسبة معلومة}$$

∴ يمكن معرفة زاوية ا د ر ومنها ه ا ر ويتبع المطلوب

(١) [فصل في معرفة الاختلافات الجزئية] : غير موجود في ما ، د

(٢) ب : وليكن

(٣) ف : وهو

(٤) ف : بازا ه

(٥) سا ، د : ونخرج

(٦) سا ، د : [ل ، ل ط]

(٧) ف ، سا ، د : قطر

(٨) ف ، سا ، د : الدائرة .

(٩) ف ، سا ، د : عليها .

(١٠) سا ، د : معلوما .

المعلوم زاوية قوس فلك البروج أوزاوية الفضل فسائر ذلك معلوم منه فلنضع أولا

- (١) ف : [و : ط ر] .
 (٢) ف ، سا : يكون .
 (٣) سا : فذر .
 (٤) ف ، سا ، د : ر .
 (٥) سا ، د : **ل د ب** .
 (٦) سا ، د : **ا د ب** .
 (٧) ف : معلوما .
 (٨) سا ، د : **ل ح يا** .

(**) تحويل بعد المسير الأوسط من الأوج (الموضع الحقيقي) إلى المكان المقوم من البروج (الموضع المرئي) بطريقة الخارج المركز .

195

القائم الزاوية معلومة ف: د ط (١) معلوم النسبة إلى ط ل (٢) فالمثلث وأضلاعه وزواياه معلومة بتلك النسبة أيضا و: ط ر، ط ل معلوما (٣) النسبة (٤) وزاوية قائمة ف: ل ر (٥) من مثلث ط ل ر معلوم والزوايا كلها معلومة فزاوية ر لفضل الاختلاف معلومة (٦) وزاوية ه ط ر الخارجة بل قوس ه ر كله معلوم ولنضع زاوية ر في دمه الصووة بعينها معلومة و: ط ر وتر القائمة معلوم أيضا بما ذكر في الشكل الذي قبله فمثلث ط ر ل معلوم الأضلاع والزوايا وكان أولا مثلث ط ل د (٧) معلوما فمثلث ط ل د (٨) معلوم (٩) من ضلعين وزاوية قائمة فزاوية د معلومة فزاوية ط الخارجة معلومة فقوس ه ر معلومة (*) «يد» وأما بيان ذلك من أصل التدوير والمعلم

(١) ف : [ف : ط ر] - وفي سا ، د : [و : ب د]

(٢) سا ، د : ط ر .

(٣) سا ، د : معلوم .

(٤) سا ، د : غير موجود .

(٥) سا ، د : [ف : ل ر] .

(٦) [فزاوية ر لفضل الاختلاف معلومة] : غير موجود في سا ، د .

(٧) سا ، د : ط ل .

(٨) ف : ط ر د .

(٩) [معلوما فمثلث ط ل د معلوم] : غير موجود في سا ، د وبدا منها يوجد [معلوم

الأضلاع والزوايا وكان أولا مثلث ط ل معلوما]

(*) تعيين الموضع الحقيقي وزاوية الاختلاف من الموضع المرئى

وتعيين الموضع الحقيقي والموضع المرئى من زاوية الاختلاف بطريقة خارج المركز .

الطريقة : في شكل (٦٤) ا ه البروج ومركزه د : ه ر ح الخارج ومركزه نقطة ط .

أولا : لنفرض أننا نعرف الموضع المرئى أى زاوية ا د ر

والمطلوب تعيين زاوية ا ط ر الموضع الحقيقي ، ط ر د زاوية الاختلاف لذلك نرسم العمود

ط ل على د ر .

في المثلث ط د ل : زاوية ل = ٩٠ ، زاوية د معلومة .

∴ يمكن معرفة $\frac{\text{ط ل}}{\text{ط د}}$

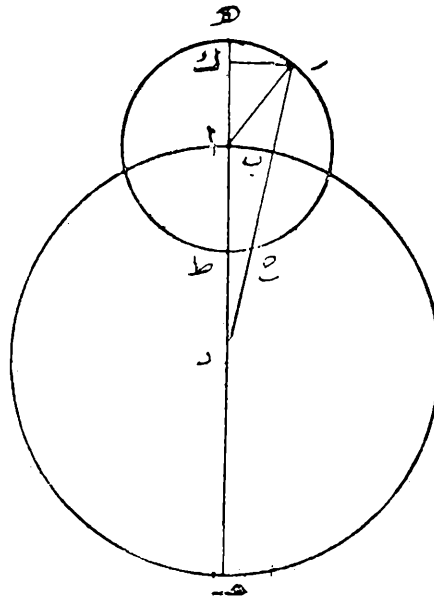
لكن هذه النسبة = $\frac{\text{ط ل}}{\text{ط ر}}$. حيث $\frac{\text{ط ر}}{\text{ط د}}$ معلومة

∴ يمكن معرفة $\frac{\text{ط ل}}{\text{ط ر}}$ ومن ذاك يفتح زاوية ط ر د وهي زاوية الاختلاف المطلوبة

∴ الموضع الحقيقي = ا ط ر = ا د ر + ط ر د وهو المطلوب

ثانيا : لنفرض أننا نعرف زاوية الاختلاف ط ر د

قوس من الأوج فليكن أ ب هـ الفلك الموافق على دو على أفلك التسوير (١) عليه (٢)
 هـ ر ح ط (٣) وقد أخرجنا د إلى هـ الأوج وجعلنا هـ ر معلوما وليكن ثلاثين (٤)
 جزءا ووصلنا ر أ ، رد (٥) وأخرجنا عمود ر ك على د هـ فزاويتا ز أ ك ، ر ك أ (٦)
 من مثلث ر ك أ معلومتان (٧) و : ر أ معلوم فجميع أضلاع المثلث وزواياه كما



شكل (١٦٥)

والمطلوب تعيين زاويتي ط والموضع الحقيقي : ا در الموضع المرئى من زاوية ط رد المعلومة
 نعرف النسبة $\frac{\text{ط ل}}{\text{ط ر}}$

$$\text{هذه النسبة} = \frac{\text{ط ل}}{\text{ط د}} \cdot \frac{\text{ط د}}{\text{ط ر}} \text{ حيث } \frac{\text{ط د}}{\text{ط ر}} \text{ معلومة}$$

$$\therefore \text{يمكن معرفة } \frac{\text{ط ل}}{\text{ط د}}$$

هـ زوايا المثلث ط ل دالم الزاوية تصبح معلومة ومن بينها زاوية ا در الموضع المرئى المطلوب
 ومن ذلك نعرف الموضع الحقيقي ا ط ر

(١) سا ، د : تدويره .

(٢) سا ، د : غير موجود .

(٣) سا ، د : ر ح ط .

(٤) ب : ثلاثون .

(٥) ف ، سا : ر ا ، ر ح .

(٦) سا : ا ، ك .

(٧) سا ، د : معلوم .

قبل معلومة وكان أ د معلوم النسبة إلى أ ر (١) وكذلك إلى أ ك (٢) فكذلك إلى أ ك فجميع ك د (٣) معلوم وزاوية ك قائمة و : ك ر معلوم فمثلث ر ك د معلوم (٤) الزوايا فزاوية د معلومة وخرجت كما في أصل الخروج (**) «يه» وليكن البيان على أصل التدوير والمعلوم أولا زاوية ر التي للقوس المربعة من فلك البروج هي المعلومة ونخرج على ر د عمود أ ل وزاوية ل قائمة وخط أ ر وزاوية ر (٥) معلومان فخط أ ل من المثلث معلوم فمثلث أ ل د لما تعلمه (٦) معلوم الزوايا فزاوية د معطاة فتبقى زاوية ر أ ه معطاة (٧) فقوس ه ر معطاة (٨) وأيضا فلنضع زاوية (٩) د معلومة يكون على

(١) ف : أ د .

(٢) ف : أ ه - [وكذلك إلى أ ل] : غير موجود في سا ، د .

(٣) سا ، د : ك .

(٤) [فمثلث ر ك د معلوم] : غير موجود في سا ، د .

(٥٥) تعيين الموضع المرئى من الموضع الحقيقى بطريقة فلك التدوير .

في شكل (٦٥) ليكن أ - البروج ومركزه نقطة د ، ه ع ط التدوير على مركز أ ، وليكن الكوكب

عند نقطة ر على فلك التدوير والمعلوم هو الموضع الحقيقى أى زاوية ر أ ه

المطلوب تعيين الموضع المرئى أى زاوية ر د ه

الطريقة : نسطر العمود ر ل على القطار - د أ ه

في المثلث ر ل أ : زاوية ل = ٩٠ ، ر أ ل معلومة .

∴ يمكن معرفة النسبتين $\frac{ر ل}{ر أ}$ ، $\frac{ل أ}{ر أ}$

وهاتان النسبتان تساويان $\frac{ر ل}{ر د}$ ، $\frac{ل أ}{ر د}$ ، $\frac{ل أ}{ر د}$.

لكن النسبة $\frac{ر د}{ر أ}$ معلومة

∴ نستطيع معرفة $\frac{ر ل}{ر د}$ ، $\frac{ل أ}{ر د}$ أى $\frac{ر ل}{ر د}$ ، $\frac{ل أ}{ر د}$

ومن ذلك تصبح زوايا المثلث ل د ه معلومة

أى أن زاوية ر د ه الموضع المرئى تصبح معلومة وهو المطلوب .

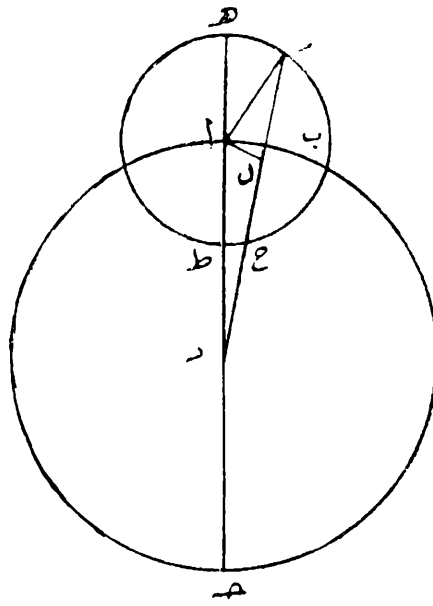
(٥) سا ، د : غير موجود .

(٦) صا : فلكه .

(٧) صا : معطاه

(٨) صا : منطاه .

(٩) سا : مكرر



شيك (٦٦)

هذا القياس مثلث د أ ل (١) معلوما و : أ ل و : أ ر (٢) معلومان وزاوية أ ل ر (٣) قائمة فالأضلاع والزوايا معلومة فزاوية ر معلومة وتبقى أيضا زاوية ر أ هـ (٤) معلومة بل قوس هـ ر وقد خرج بالحساب على ما قيل فهذا والقسي من جانب الأوج (*) «يو»

$$(١) \text{ سا ، د : د : د ا .}$$

$$(٢) \text{ سا ، د : د : [و : ب ا]}$$

$$(٣) \text{ ف : ا ل د .}$$

$$(٤) \text{ سا ، د : د ر هـ ا}$$

(٥) تعيين الموضع الحقيقي والموضع المرئى من زاوية الاختلاف

وتعيين الموضع الحقيقي وزاوية الاختلاف من الموضع المرئى بطريقة فلك التدوير

الطريقة : فى شكل (٦٦) نفرض أن ا هـ البروج ومركزه نقطة د ، هـ ر ج التدوير على مركز ا ، وليكن ر موضع الكوكب على فلك التدوير .

أولا : المعلوم لنا زاوية الاختلاف ا بر د

والمطلوب تعيين الزاوية الحقيقية هـ ا ر والمرئية هـ د ر

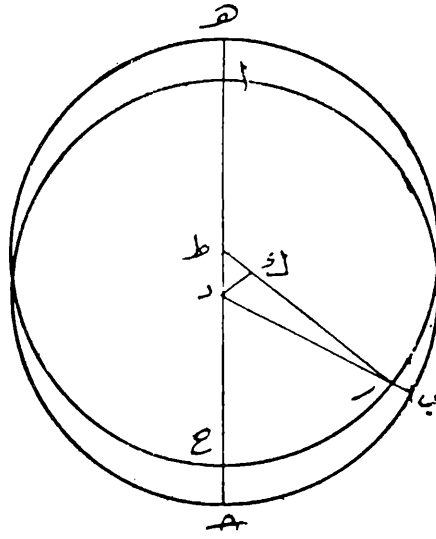
لذلك نسطع العمود ا ل على د ر

فى المثلث ا ر ل : زاوية ل = ٩٠ ، زاوية ر معلومة

$$\therefore \text{ يمكن معرفة } \frac{ا ل}{ا ر}$$

$$\text{وهذه النسبة تماثل } \frac{ا ل}{ا د} \cdot \frac{ا د}{ا ر} \text{ حيث } \frac{ا د}{ا ر} \text{ معلوم}$$

ثم لناخذ القسي من جانب الحضيض ولنأت (١) بأربعة أشكال أخرى ولنبدأ بأصل الخروج وايكن ح ر (٢) معلوما من ح (٣) الحضيض وهو ثلاثون جزءا



شكل (٦٧)

من ذلك نعلم $\frac{ل}{ر}$

∴ المثلث $ل ر ح$ القائم الزاوية تصبح زواياه معلومة
أى أن زاوية $ل ر ح$ تصبح معلومة وهى الزاوية المرئية
ومنها ننتج زاوية $ه ر ل$ الحقيقية

ثانيا : نفرض أن الزاوية المرئية المعلومة هو $ل ر ح$
والمطابوب تعيين الزاوية الحقيقية $ه ر ل$ وزاوية الاختلاف $ل ر د$
فى المثلث $ل ر د$: زاوية $ل ر د = ٩٠$ ، زاوية $ل ر د$ معلومة

∴ يمكن معرفة النسبة $\frac{ل}{ر}$

وهذه النسبة تعادل $\frac{ل}{ر} = \frac{ل}{ر}$ حيث $\frac{ل}{ر}$ معلوم

∴ تصبح النسبة $\frac{ل}{ر}$ معلومة

وبذلك يصبح المثلث $ل ر ح$ القائم الزاوية معلوم الزوايا
ومن ذلك نعرف زاوية الاختلاف $ل ر د$
ومنها ننتج الزاوية الحقيقية $ه ر ل$

(١) سا : ولأتى .

(٢) ف : ح

(٣) ف : ح

ولتصل ط ر ، در (١) ونخرج در (٢) إلى ب ونخرج من د إلى ط وعمود د ك
 فيصير كما تبين مثلث ط د ك معلوم الزوايا والأضلاع و : د ك معلوم وزاوية
 ك قائمة فمثلث د ك ر أيضا معلوم الزوايا والأضلاع ل مثلث ط در (٣) يصير (٤)
 زاوية ب د ح (٥) أعنى قوس ب ح معاومة (**) أ «ير» وأما من جهة الزاوية
 فلنضع أولا زاوية د معاومة ونخرج عمود ط ل يلقى ر د على ل فيصير كما
 تقدم ط ل د معلوم الأضلاع والزوايا وكذلك ط ل ر (٦) ثم ط د ر (٧)
 وتبقى (٨) زاوية ر ط ح (٩) معلومة . وإن وضعت زاوية ر وهى فضل
 الاختلاف معنومة وزاوية ل قائمة . وخط ر ط (١٠) معلوم فيصير المثلث
 معلوم النسب وأيضا ط ل ، ط د معلومان وزاوية ل قائمة فأضلاع مثلث

(١) سا ، د : د : ط د ، در

(٢) ف ، سا ، د : د : ط .

(٣) سا ، د : د : ط د ب

(٤) سا : تصير .

(٥) ف : ب د ح - وفى سا : ب ح ح .

(**) تعيين الموضع المرئى من الموضع الحقيقى مقاسان من الحضيض بطريقة الخارج المركز . فى شكل

(٦٧) نفرض ا ب ح البروج ومركزه نقطة د ، هـ ر ح الخارج ومركزه نقطة ط ، ولنفرض أن

الكوكب عند نقطة ر على الخارج حيث زاوية ر ط ح الموضع الحقيقى معلومة

المطلوب تعيين زاوية ب د ح المرئية .

الطريقة : نسقط العمود د ل على ر ط .

فى المثلث ط د ل : زاوية د ل = ٩٠ ، زاوية ط معلومة

∴ يمكن معرفة $\frac{د ل}{د ط}$

وهذه النسبة = $\frac{د ل}{د ر} \cdot \frac{د ر}{د ط}$ حيث $\frac{د ر}{د ط}$ معلوم

∴ تصبح النسبة $\frac{د ل}{د ر}$ معلومة

وبذلك تصبح زوايا المثلث ر ل د القائم الزاوية معلومة

ومن ذلك نعلم زاوية ك ر د ومنها زاوية ب د ح المطلوبة

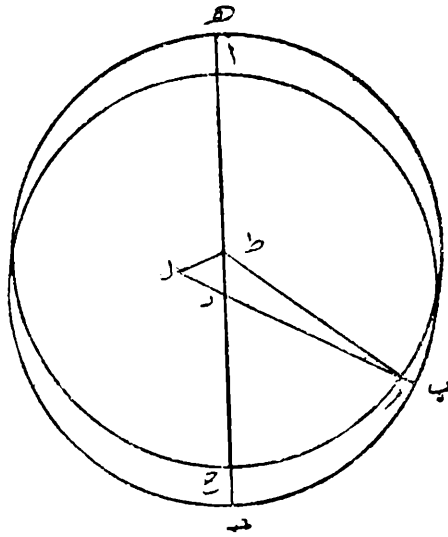
(٦) ف ، سا ، د : د : ط ل ب

(٧) ف : ط ر ب حيث [ثم ط ر ب] فى الهامش - وفى سا ، د : د : ط ر ب .

(٨) ب : تبقى .

(٩) سا ، د : د : ب ط ح .

(١٠) سا ، د : د : ب ط .



شكل (٦٨)

ط دل (١) وزواياه معلومة فزاوية ط دل أعنى ب د ج (٢) أعنى قوس ب ج (٣) معلومة وكذلك جميع زاوية ط معلومة و : د ط ل (٤) ف : ر ط ح أعنى قوس ر ح معلوم (*) « يح » . ولنبين هذا بعينه على أصل التدوير وليكن

(١) ف : ط ق دل - وفي سا ، د : ط دل .

(٢) سا ، د : ب د ح .

(٣) سا ، د : ب د ح .

(٤) ب : في الهامش - وفي سا ، د : ط دل - وفي هامش ف : ط دل .

(٥) تعيين الموضع الحقيقي والموضع المرئى بالقياس إلى الخفض بمعرفة زاوية الاختلاف وتعيين

الموضع الحقيقي وزاوية الاختلاف من الموضع المرئى بطريقة الخارج المركز .

الطريقة : في شكل (٦٨) ليكن ا ب ه البروج ، ه ر ح الخارج ولنفرض أن الكوكب عند نقطة ر من الخارج المركز .

أولا : المفروض أننا نعرف زاوية ب د ه المرئية مقاسة من الخفض

والمطلوب تعيين زاوية ر ط ح الحقيقية ، ط ر د الاختلاف .

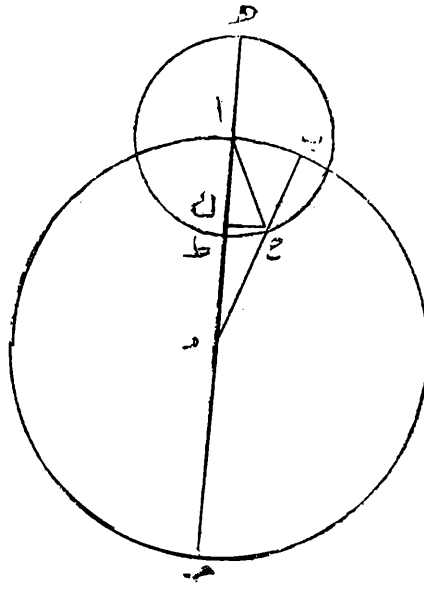
ننزل العمود ط ل على ب د

في المثلث ط دل : زاوية ل قائمة ، زاوية ط دل معلومة لأنها تساوى ب د ه المرئية

∴ يمكن أن نعلم $\frac{\text{ط ل}}{\text{ط د}}$

وهذه النسبة = $\frac{\text{ط ل}}{\text{ط ر}} \cdot \frac{\text{ط ر}}{\text{ط د}}$

لكن النسبة $\frac{\text{ط ر}}{\text{ط د}}$ معلومة ∴ تصبح $\frac{\text{ط ل}}{\text{ط ر}}$ معلومة



شكل (٦٩)

قائمة فزوايا وأضلاع ا ح ك معلومة وعلى ما قيل زوايا وأضلاع ك ح د معلومة

وبذلك نعرف زاوية ط ر د وهى زاوية الاختلاف المطلوبة

ومنها نعرف زاوية ر ط ح الحقيقية

ثانيا : المفروض أننا نعلم زاوية ط ر د للاختلاف

والمطلوب تعيين زاوية ب د هـ المثلثية ، ر ط ح الحقيقية .

فى المثلث القائم الزاوية ر ط ل زاوية ر معلومة

∴ $\frac{\text{ط ل}}{\text{ط ر}}$ تصبح نسبة معلومة

وهذه النسبة تعادل $\frac{\text{ط ل}}{\text{ط د}}$. $\frac{\text{ط د}}{\text{ط ر}}$

لكن النسبة $\frac{\text{ط د}}{\text{ط ر}}$ معلومة ∴ $\frac{\text{ط ل}}{\text{ط د}}$ تصبح معلومة

ومن ذلك نعلم زاوية ط د ل وهم تسمى ب د هـ المثلثية

ومنها نستنتج زاوية ر ط ح الحقيقية

(١) سا : ج ط .

(٢) سا : ح الخفيض .

(٣) سا : ج ك .

(٤) ف : القوس .

(٥) سا ، د : ح ط .

(٦) سا ، د : غير موجود .

فزاوية د معلومة ففوس أ ب معلومة (**). «يط» وأما من جهة الزاوية فليكن أولا زاوية ما يرى^(١) من فلك البروج معلومة ولنخرج أ ل عمودا على د ب وزاوية أ ح ب زاوية ما يرى^(٢) من فلك البروج لأنها مساوية لوسط والتعديل لكنها فرضت معلومة فيصير المثلثان أعنى مثلث أ ل ح بمعرفة ضلع أ ح وزاويتي ل و ح^(٣)

(**) تعيين الموضع المرئى من الموضع الحقيقى مقاسان من الخفيض بطريقة فلك التدوير .
الطريقة : فى شكل (٦٩) ليكن ا ب = البروج ، ه ح ط التدوير ولنفرض موقع الكوكب حل فلك التدوير عند نقطة ح .

المفروض أننا نعلم زاوية ط ا ح الحقيقية مقاسة من الخفيض .

والمطلوب تعيين الزاوية المرئية ا ح ب

نسقط السود ح ل على القطر ه ا =

فى المثلث ل ا ح : ك = ٩٠ ، زاوية ا معلومة .

∴ نعرف النسبة $\frac{ل ا}{ا ح}$

وهذه النسبة تماثل $\frac{ا ل}{ا ح}$.

لكن $\frac{ا ل}{ا ح}$ نسبة معلومة ∴ $\frac{ل ا}{ا ح}$ تصبح معلومة

ومن ذلك نستنتج قيمة $\frac{ا د - ل ا}{ا د}$ أى $\frac{ل ا}{ا د}$

وبالمثل يمكن معرفة $\frac{ل ا}{ا ح}$ وهى تساوى $\frac{ل ا}{ا د}$.

∴ ينتج لنا النسبة $\frac{ل ا}{ا د}$

وبالقسمة ننتج النسبة $\frac{ل ا}{ا د} = \frac{ل ا}{ا ح} \div \frac{ل ا}{ا د}$

ومن ذلك نستنتج زاوية د وهى زاوية الاختلاف المطلوبة

لكن زاوية ا ح ب المرئية = ط ا ح الحقيقية + د

∴ يمكن معرفة زاوية ا ح ب المرئية

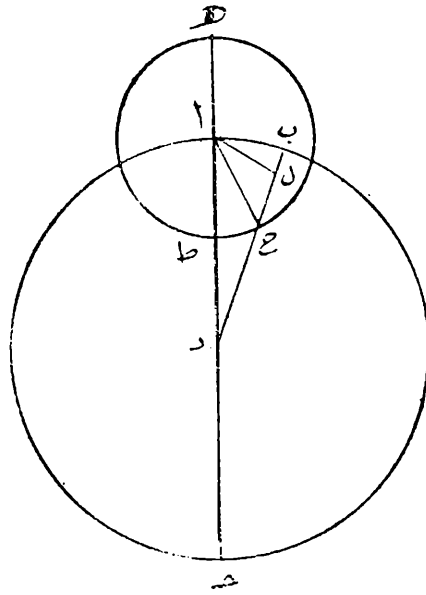
(ملحوظة : برهن بنينا طريقة الوصول إلى زاوية د فقط ولكن الجزء الأخير واضح)

(١) سا : مانرى

(٣) سا : ل ، ح د

(٢) سا : ما فرو .

ومثلث (١) أ ل د بمعرفة ضلعي أ ل ، أ د معلومين فتصير زاوية د معلومة وأيضاً فلنجعل زاوية د معلومة فيصير أ ل د بمعرفة ضلع أ د (٢) وراويتى د . ل



شكل (٧٠)

القائمة معلوم الزوايا والأضلاع ويصير أيضاً مثلث أ ل ح الذى ذو معلوم ضلعي أ ل : أ ح وقائمة ل معلوم الأضلاع والزوايا وتبقى زاوية ح أ ط معلومة (***) .

(١) سا : مثا

(٢) سا : د : ب

(***) تعيين الموضع الحقيقى والموضع المرمى مقاسان من الحضيض بمعرفة زاوية الاختلاف وتعيين الموضع الحقيقى وراوية الاختلاف من الموضع المرمى بطريقة فلك التدوير .

الطريقة : فى شكل (٧٠) ليكن ب ه البروج ، ه ح ط التدوير ولنفرغ الكوكب عند نقطة ح من فلك التدوير

أولاً : المعلوم لنا الزاوية المرمية ب ه ح

والمطلوب تعيين زاوية ب ه د الحقيقية ، ه د زاوية الاختلاف

فنزل العمود د ل على د ه . فى المثلث أ ل د زاوية ل قائمة ، ه معلومة

∴ يمكن معرفة النسبة $\frac{ل د}{ه د}$

لكن هذه النسبة تساوى $\frac{ل د}{د ه} \cdot \frac{د ه}{ه د}$ حيث $\frac{د ه}{ه د}$ معلومة

∴ $\frac{ل د}{د ه}$ نسبة معلومة

ثم وضع جداول الاختلافات (١) للقسي (٢) الجزئية ليكون مفروغا منها بعد ما عرف كيفية استخراجها واقتصر على الاختلاف الذي يقع (٣) في نصف واحد بين البعدين إذ بين (٤) أن فضل الاختلاف في النصف الآخر مساو لنظيره في هذا النصف إذا كانت القسمة متساوية ولكنه في أحدها زائد وفي الآخر ناقص ولما كان الاختلاف في القسي التي تلي البعد الأبعد يكون أقل قسم الربع الذي يليه على (٥) خمسة عشر فيخص (٦) بكل قسم ستة فوضع اختلافاتها على تفاضلها وكان الاختلاف في الربع (٧) الذي يلي البعد (٨) الأقرب أكثر فقسمه (٩) على ثلاثين قسمة (١٠) فخص كل قسم ثلاثة فجعل تفاوت الأعداد بثلاثة ثلاثة فوضع في الجدول الأول عدد الحركة والمسير من الأوج وفي الثاني منه عرضا عدد الحركة والمسير من الحضيض وفي الثالث والرابع ما نصيب الأعداد المستوية من أجزاء الاختلاف في الزيادة والنقصان ودقائقها ليزاد إن (١١) كان الوسط داخلا

ومن ذلك تنتج زاوية ح د ا للاختلاف

ومنها نستنتج زاوية ح ا د الحقيقية

ثانيا : المعلوم زاوية الاختلاف ح د ا

والمطلوب زاوية ح ا د الحقيقية وزاوية ا ح د المرئية

في المثلث ا ح د : زاوية ا = ٩٠ ، زاوية د معلومة

$$\therefore \text{يمكن معرفة النسبة } \frac{ا د}{ا ح}$$

$$\text{لكن هذه النسبة تعادل } \frac{ا د}{ا ح} = \frac{ا ح}{ا د} \text{ حيث } \frac{ا ح}{ا د} \text{ معلومة}$$

$$\therefore \text{ينتج } \frac{ا د}{ا ح}$$

ومن ذلك نعرف زاوية ا ح د المرئية ثم زاوية ح ا د الحقيقية

(١) سا : لاختلاف

(٢) سا ، د : القسي

(٣) ف ، سا ، د : الاختلافات التي تقع - وفي ف : كلمة [التي] في الهامش

(٤) [إذ بين] : غير موجود في سا ، د

(٥) ف : بين السطرين

(٦) سا : فخص (٧) ف : البعد

(٨) سا ، د : غير موجود

(٩) سا : قسمة

(١٠) ف : في الهامش

(١١) سا : ليراد

في الحلول الثاني وينقص إن كان داخلا في الحلول الأول . «ك» ثم طلب حاصل الشمس بالحركة الوسطى (١) نصف: نهار أول يوم ملك (٢) بختصر (٣) وهو الذى منه تاريخه وحاصل الشمس الوسط (٤) في (د) ذلك اليوم من التاريخ فبين موضع الشمس الوسط في استواء خريفى رصده من البعد الأبعد بهذا الشكل فقال (٦) لتكن النقطة الخريفية من الخارج نقطة ر . ح الحضيض ولنخرج ط ك عمودا على ب د (٧) وقوس ج ب معلوم (٨) من فلك البروج لأنه بعد الخريفية عن الحضيض فتكون زاوية الفضل معلومة وهى ر وتضير أيضا زاوية ج ط ر معلومة على ما مضى فنخرج بالحساب قوس ح ر (٩) : (م ح ك) فلما عرف وسط الشمس بهذا الرصد طلب المدة بين هذا الرصد . وابتداء التاريخ فنظر كم تكون فيها من الأدوار التامة عن نقطة الرصد فألقاها وأخذ القوس الزائدة وعرف (١٠) مبدأها (١١) من الفلك (١٢) الخارج وهو مكان الشمس في أول التاريخ بالوسط فأثبتته (١٣) ثم علم كيف تقوم الشمس فقال يؤخذ وسطها مدة ما بين الوقت والتاريخ ويزاد عليه الحاصل (١٤) وتلقى الأدوار التامة (١٥) إلى درجة الأوج فما بقى يدخل في جلل (١٦) الوسط ويؤخذ (١٧) ما (١٨) بإزائه من التعايل

(١) سا ، د : غير موجود

(٢) سا : مكرو

(٣) سا : بخت مصر

(٤) ف : الموسطة - وفي ب ، د : وسطه

(٥) سا ، د : غير موجود

(٦) سا ، د : غير موجود

(٧) سا ، د : ب د ل

(٨) سا ، د : معلومه

(٩) سا ، د : ح ر

(١٠) سا : وعرفت

(١١) سا : غير واضح

(١٢) سا ، د : فلك

(١٣) ف ، سا : غير واضح

(١٤) سا ، د : الحامل

(١٥) سا : التامة

(١٦) ف : في الهاشم

(١٧) ف : غير واضح

(١٨) سا ، د : غير موجود

ثم يزداد التعديل أو ينقص بحسب (١) ما يجب كما بينا فظهر (٢) من جميع ذلك أنه يمكن أن يحصل موضع الشمس بالبراهين الهندسية وأعلمنا أنه سواء (٣) وضع فلك البروج مساويا للخارج أو أعظم منه فإن الاعتبار لزاويا التي عند مركز فلك (٤) البروج والمثلثات التي ترسم (٥) على تلك الزوايا وتلك الزوايا مشتركة للدائرة المساوية للخارج ولأكبر (٦) منها إذا كانت (٧) على مركز المساوي (٨) وتكون القسي متشابهة (٩) .

فصل

في اختلاف الأيام بلياليها (١٠)

ثم لما بين أمر الشمس ختم (١١) المقالة في تبين الأيام والليالي (١٢) فقال (١٣) إنه قد يظن بحسب الظاهر أن اليوم بليته دورة (١٤) ثلاثمائة وستون جزءاً وهو أربعة وعشرون ساعة وهو عودة نقطة من فلك معدل النهار كانت طالعة مع الشمس في اليوم الأول أو كانت معها عند انتصاف النهار إلى خط الأفق أو خط نصف النهار وخط نصف النهار أولى بذلك لأن العودة إليه متساوية في جميع الأقاليم فهذا هو المظنون في جليل الأمر ولكنه لما كان اليوم الحقيقي بليته هو زمان عودة الشمس بالقياس إلى دائرة الأفق أو خط نصف النهار ثم الشمس تتحرك في اليوم واللييلة

(١) سا : بحساب

(٢) سا : فيظهر

(٣) هـ : في الهامش

(٤) سا ، د : غير موجود

(٥) سا : ترتد

(٦) سا : ولأكبر

(٧) سا ، د : كان

(٨) ف : المتساوي

(٩) سا : متدايرة

(١٠) [فصل في اختلاف الأيام بلياليها] : غير موجود في سا ، د

(١١) سا : ختم

(١٢) سا ، د : الليال والأيام

(١٣) سا ، د : قال

(١٤) ف : في الهامش

بالمسير المستوى « (١) الوسط (نط) (٢) دقيقة بالتقريب فإذا (٣) عودة الشمس زائدة على عودة النقطة التي كانت لتأخرها عنها فيكون اليوم بليته الوسط (شس) (٤) زمانا و (نط) (٥) دقيقة وهو أربع (٦) وعشرون ساعة وتسعة (٧) وخمسون من تسعمائة من (٨) ساعة ولكن (٩) الشمس لما كان لها اختلاف حركة كما تقدم فليست الزيادة إذن (١٠) من قبل الشمس في فلك البروج واحدة ولا الزيادات المتساوية من فلك البروج أزمانها ومطالعها ومجازاتها (١١) على خط نصف النهار واحدة فإذا (١٢) الأيام بليالها يعرض لها نوعان من الاختلاف وهذا الاختلاف وإن لم يكن ذا قدر في أيام (١٣) قليلة فله (١٤) قدر محسوس عند تكثر الأيام . ولما كان غاية الفضل من قبل اختلاف الشمس إنما يكون حيث الحركة مستوية لا يظهر اختلافا لكن المدة بين كل واحد من البعدين المختلفين وبين تلك النقطة يوجب تفاوت أكثر التعديل وغاية الفضل وفي الجهة الأخرى بالخلاف (١٥) فتكون المدة في الجهة الأوجية زائدة (١٦) والتعديل ناقصاً وفي الجهة (١٧) الحضيضية ناقصة والتعديل زائداً ومبلغه درجتان وثلاث وعشرون (١٨) دقيقة وبضعفه (١٩)

-
- (١) ف : في الهامش
(٢) ف ، سا ، د : يط
(٣) سا ، د : فإذا
(٤) سا : شس
(٥) ف ، سا ، د : ويط
(٦) سا ، سا ، د : أربعة
(٧) سا ، د : وسبعة
(٨) سا ، د : غير موجود
(٩) سا ، د : لكن
(١٠) سا ، د : إذا
(١١) سا : ومحارها
(١٢) سا ، د : فإذا
(١٣) سا ، د : غير موجود
(١٤) سا : قلة
(١٥) سا : الخلاف
(١٦) سا : غير واضح
(١٧) سا : غير موجود
(١٨) سا : وعشرون
(١٩) سا : وبضعفه

يخالف الحركة المختلفة الحركة المستوية وذلك أربعة ونصف وربع بالتقريب ويخالف نصفاً (١) البروج أحدهما الآخر بضعف ذلك الضعف وهو تسعة أجزاء ونصف فتكون الأيام التي تجتمع في المسير الذي من الوسط إلى الوسط يخالف الأيام المستوية بأربعة أزمان ونصف وربع وبه يخالف جملة الأيام الزائدة وجملة الأيام الناقصة للأيام الوسطى فتكون الأيام الطوال تخالف القصار بضعف ذلك وهو تسعة أزمان ونصف فهذا غاية ما يختلف من جهة الشمس .

وأما غاية الفضل من جهة المطالع فلا يخلو إما أن يعتبر بحسب الأفق أو بحسب توسط السماء فإن اعتبر من جهة الطلوع والغروب في الأفق فإن غاية الاختلاف في أكثر (٢) البلدان يكون عند النصفين المنقسمين (٣) بنقطتي (٤) الانقلابين يخالف كل نصف لما يوجبه الوسط مخالفة أطول النهار والوسط ويخالف أحدهما الآخر بضعف ذلك وهو على موجب ما يتخالف به النهار الأطول والأقصر بحسب الإقليم وأما من جهة مجازاتها (٥) بأفق الاستواء فإنه لا يختلف إلا باختلاف ما توجبه مطالع غاية الفضل من التعديل في نصف النهار فإن اختلاف فضل المطالع بخط الاستواء لا يختلف في الأقاليم وغاية النقصان فيها يكون فيما بين الوسط (٦) من (٧) الدلو إلى أوائل العقرب وغاية الزيادة من (٨) أوائل العقرب إلى وسط الدلو فيكون (٩) جميع فضل الاختلاف فيها (١٠) مع المعدل (١١) أربعة أجزاء ونصف وفي هذا الموضع بعينه فإن نصيب غاية فضل اختلاف المسير (١٢) للشمس (١٣) قريب من ثلاثة أجزاء وثلثين فيجتمع (١٤) منها (١٥) ثمانية

-
- | | |
|-------------------------|-------------------|
| (١) سا ، د : نصف | (٢) سا : أكبر |
| (٣) سا : المقسمين | (٤) سا : غير واضح |
| (٥) سا : محاراتها | |
| (٦) سا ، د : وسط | |
| (٧) سا ، د : غير موجود | |
| (٨) سا ، د : غير موجود | |
| (٩) سا ، د : ويكون | |
| (١٠) سا ، د : من | |
| (١١) سا : المعتدل | |
| (١٢) سا ، د : مسير | |
| (١٣) سا : الشمس | |
| (١٤) سا : فيجتمع | |
| (١٥) سا ، د : غير موجود | |

أجزاء وثلاث وهو مجموع الخلافين مع المعتدل والذي بين الزائد والناقص ضعف ذلك وهو أمر لا يختلف في الأقاليم كلها ولهذا جعل ابتداء التاريخ للتحصيلات ليس من أول النهار بل من نصفه لأن الاختلاف فيه واحد حيث كان وأما بالقياس إلى الأفق فيختلف بحسب أجزاء (١) البروج وتبلغ (٢) ساعات كثيرة (٣) ولا تتحصل للتاريخات (٤) ولا تتفق في جمع البلدان ولكن الفضل المجتمع من بين (٥) الأمرين في أوساط السماء أعنى الذى ينبغى أن يزداد أو ينقص معاً أما من الأزمان ثمانية (٦) أزمان وثلاث زمان وأما من الساعات فنصف ساعة وجزء من ثمانية عشر وذلك لأن الزائدين منه معاً هو من العقرب إلى وسط الدلو والناقصين من الدلو إلى الميزان فإذا (٧) كان ذلك أعظم الاختلاف المركب كان من الشمس ثلاثة أجزاء وثلاثا جزء من (٨) قبل مجاز (٩) وسط السماء أربعة أزمان وثلاثا زمان بالتقريب ويتبين (١٠) هذا إذا تأملت المطالع وتأملت تعديل الشمس وأردت أن نجمعهما (١١) أكثر ما يجتمع منهما وإذا كان كذلك كان تفاضل الأيام بلياليها بعضها ببعض يضعف غاية هذا الفضل وكان من الأزمان (١٢) ستة عشر زماناً وثلاثا زمان ومن الساعات ساعة وتسع ساعة وهذا (١٣) المقدار لا يلحق (١٤) نسبته (١٥) في الشمس وغيرها (١٦) كثير (١٧) تفاوت عما يظهر فيه . وأما في (١٨) القمر فليسرعة حركته

(٢) سا ، د : غير موجود

(١) سا : أحد

(٣) سا ، د : غير موجود

(٤) سا : مكرر

(٥) سا ، د : غير موجود

(٦) سا : غير واضح

(٧) ب ، سا ، د : وإذا

(٨) ما ، د : ومن

(٩) سا : محار

(١٠) سا : ويين

(١١) سا : تجمعها

(١٢) ب : الأزمنة

(١٣) سا ، د : فهذا

(١٤) سا ، د : غير موجود

(١٥) سا : غير واضح

(١٦) سا ، د : وغيره

(١٧) سا ، د : غير موجود

(١٨) سا ، د : غير موجود

قد يظهر فيه (١) تفاوت محسوس قريب (٢) من ثلاثة (٣) أخماس جزء ثم علم
تحصيل أحوال الأيام وتقويماتها فقال نبتدىء من الأيام على أنها أنصاف نهار أو أنصاف
ليل ونطلب مكان الشمس في أوائل تلك الأيام وآخرها (٤) مقوماً ووسطاً (٥)
ونأخذ مطالع ما بين المقومين من مطالع الكرة المنتصبة وننظر (٦) إلى التفاوت
فنجعله (٧) ساعات فإن كانت المطالع زائدة على أيام الشمس الوسطى زادت تلك
الساعات وإن كانت ناقصة (٨) نقصت فما حصل فهي الأيام المقومة وعليه يعمل
في جماعات حركات القمر الوسطى المستوية (٩) ويمكننا بهذا السبيل على العكس
رد الأيام الزمانية إلى الوسطى المستوية ثم رتب حاصل الشمس لأول تاريخه فكانت
بحركتها الوسطى (١٠) في (مه) دقيقة من الحوت وبالحقيقة (١١) في (ج ح)
من الحوت . تمت المقالة الثالثة من المجسطى والحمد لله حمد الشاكرين (١٢) .

(١) سا ، د : فيها

(٢) سا : مرتب

(٣) ب : ثلاثة

(٤) سا ، د : وأواخرها

(٥) سا : وسطا

(٦) سا ، د : ونظرت

(٧) سا ، د : فجعاته

(٨) سا ، د : أقل

(٩) سا ، د : غير موجود

(١٠) سا ، د : غير موجود

(١١) سا ، د : غير موجود

(١٢) [تمت المقالة الثالثة من المجسطى والحمد لله حمد الشاكرين] : في هامش ف - وفي ب :

غير موجود - وفي سا ، د : تمت المقالة الثالثة من المجسطى ولواهب العقل وحده الحمد بلا نهاية وهو
المعين .

المقالة الرابعة

في الأرصاد التي ينبغي أن تستعمل
في معرفة حركات القمر

المقالة الرابعة^(١)

في الأرصاد التي ينبغي أن تستعمل في معرفة حركات القمر (٢)

ولما فرغ بطليموس من (٣) أمر الشمس كان أول ما نظر (٤) فيه أمر القمر والأرصاد الشمسية بالحمة أسهل من القمرية لأن جرم الأرض لا يوجب عند فلك الشمس قدراً يحس به ولا يختلف الرصد الواقع على وجه الأرض والرصد الحقيقي لو أمكن أعنى على مركز الأرض (٥) اختلافاً له قدر وهذا التفاوت (٦) هو الذي يسمى اختلاف المنظر أى القوس من فلك البروج التي يحوزها (٧) طرفا الخطين الخارجين أحدهما من البصر والآخر من مركز الأرض الملتقيين على مركز الكوكب ثم المبتدئين بعده إلى فلك البروج وأما القمر فلقربه من الأرض يحصل له من اختلاف المنظر ما له قدر محسوس إلا أن يكون على سمت الرأس فيتخذ (٨) الخطان الخارجان من البصر ومركز الأرض فلا اعتماد إذن (٩) في تحصيل مكان القمر الحقيقي على آلات الرصد في أول الأمر وفي استخراج الأمور الكلية بل ينبغي أن يعتمد في ذلك على الكسوفات القمرية وذلك لأنها ليست كالشمسية التي إنما تكون بحسب مقام الناظرين وتختلف باختلاف المناظر لأن كسوفها من قيام القمر (١٠) بين الأبصار (١١) وبين الشمس وأما كسوف القمر فهو انطلاس ضوء الشمس عن جرم القمر بستر (١٢) الأرض وهو أمر في القمر نفسه لا بحسب القياس إلى الناظر (١٣)

(١) سا ، د : المقالة الرابعة من المجسطي ويتلوها الخامسة والسادسة

(٢) [في الأرصاد التي ينبغي أن تستعمل في معرفة حركات القمر] : غير موجود في سا ، د

(٣) سا ، د : عن

(٤) سا ، د : ينظر

(٥) سا : مكرر

(٦) سا ، د : الذي يحوز

(٨) سا : فيجد

(٩) ف : في الهامش

(١٠) ف : في الهامش

(١١) سا ، د : البصر

(١٢) ب : لستر

(١٣) ب ، سا ، د : المناظر

ثم لما كان تقويم الشمس متباينا (١) في أى وقت شتئا ويكون القمر في وسط الكسوف على مقابلتها أمكننا أن نعرف مكان (٢) القمر بالحقيقة في وسط (٣) زمان الكسوف فهذه (٤) هي (٥) السبيل في إرصاد القمر على الوجه الكلى . وأما في الأمور الحزئية فقد (٦) يستعان بكل واحد من الأرصاد على ما نوضحه بعد .

فصل

في معرفة أزمان أدوار القمر (٧)

ولما رصلوا القمر لم يجلبوه كالشمس بحيث يعود في مداره الواحد في مدد متساوية إلى نسبة واحدة من الكواكب الثابتة (٨) ولا إلى نقشة واحدة ساكنة . ثم وجلبوه يفعل اختلافاته من السرعة والبطء والتوسط ويفعل عرضه واختلاف عرضه في كل واحد من أجزاء فلك البروج فلم يكن لأن (٩) هذا الاختلاف المدرك منه (١٠) أولا بسبب فلك خارج (١١) المركز غير ذى حركة خاصة وإلا لكان يتعين مواضع (١٢) كل واحد من مسيراته العظمى والصغرى والوسطى ولكان (١٣) يحفظ بسبب المخالفة على ما يوجه فلك خارج المركز يتحرك (١٤) بقسى متساوية ويتقدم بها ويتأخر فعلم أنه بسبب فلك التدوير وخصوصا وقد وجلبوا (١٥) أعظم اختلافاته في أيام مقابلات الشمس وأوقات الكسوفات (١٦) أصغر من أعظم اختلافه في (١٧)

(٢) سا ، د : موضع

(٤) سا ، د : فهذا

(١) سا : غير واضح

(٣) ب : غير موجود

(٥) سا ، د : هو

(٦) سا ، د : قد

(٧) [فصل في معرفة أزمان أدوار القمر] : غير موجود في سا ، د

(٨) سا ، د : غير موجود

(٩) ف : الآن

(١٠) سا ، د : المذكور

(١١) سا : الخارج

(١٢) سا ، د : موضع

(١٣) سا : وإذا كان

(١٤) ب : غير موجود

(١٥) سا ، د : وجد

(١٦) سا ، د : الكسوف

(١٧) ف : من

تربيع الشمس ولا يمكن ذلك إلا بأن (١) يكون على فلك التدوير ويكون فلك التدوير على فلك خارج المركز فتارة يكون فلك التدوير أقرب (٢) فيكون ما يفرزه نصف (٣) قطره من فلك البروج أعظم وتارة يكون أبعد ويكون (٤) ما يحوزه (٥) أصغر فعلم من هذا أن مركز فلك تدويره يدور على حامل خارج المركز تكون نسبة (٦) فلك التدوير إليه نسبة (٧) الشمس إلى فلكها الخارج المركز وعلم أيضا أن حركته في (٨) فلك التدوير غير مشابهة لحركة فلك التدوير في فلك (٩) الحامل وإلا لتساوت (١٠) مدد عوداته على ما قيل ولا أيضا أسرع منه وإلا (١١) لسبق عودته في فلك التدوير وهو عودة اختلافه عودته في الطول أعني عودة المسير الوسط بل وجد متأخرا حتى إذا عاد إلى مثل ذلك الاختلاف حتى (١٢) كان مذهبه في الاختلاف ذلك المذهب كان قد زاد على العودة في الطول ثم لم يجدوا ميله الذي له عن فلك البروج إلى الشمال (١٣) والجنوب ثابتا في موضع واحد وإلا لكانت (١٤) عودته المراتية (١٥) في الطول والعرض معا (١٦) أى كان إذا عاد بالرؤية إلى نقطة من الطول عاد إلى العرض الذي كان له عندها (١٧) فلم أن فلكه المائل متحرك إلى المغرب مستقبل (١٨) بحركته إلى المغرب فعلم أن التقاطع بين فلك البروج وبين الفلك المائل غير ثابت في

(١) ب ، سا ، د : أن

(٢) [على فلك خارج المركز فتارة يكون فلك التدوير أقرب فيكون] : موجودة في هامش سا

باعتبارها بين كلمتي أقرب ، فيكون

(٤) سا ، د : فيكون

(٣) ف : ما يفرده

(٥) ف : ما يحوره

(٦) سا : نسبته

(٧) سا : بسبب

(٨) ف : في الهامش

(٩) سا ، د : فلكه

(١٠) ف : لتساوى - وفي سا ، د : تساوت

(١١) سا : ولا

(١٢) سا ، د : غير موجود

(١٣) سا ، د : السا

(١٤) سا ، د : لكان

(١٥) سا : المراتية

(١٦) سا ، د : غير موجود

(١٧) سا ، د : عندها

(١٨) سا ، د : مستقبلا

نقطة واحدة بل يتحرك (١) نحو المغرب بحركة المائل مقدار ما يجتمع في دورة واحدة من جملة تفاوت ما بين الحركتين فإذا (٢) قسم على الأيام والساعات خرج حصتها (٣) وقد تحقق من ذلك أنه لو كان التقاطع (٤) ساكنا لكان الكسوف لا يكون في كل موضع من فلك البروج ولكانت العروض لا تختلف في كل موضع وكان نسبة القمر إلى (٥) الثوابت التي هي منازلها في قربه وبعده عرضا لا تختلف تكون واحدة (٦) ولما كان الأمر على هذا لم يمكن أن يستخرج مسير القمر الوسط (٧) بالسبيل الأول من السبيلين المذكورين في باب الشمس بل كان السبيل الأخرى وهو أن يراعى مدة تشتمل على أشهر قمرية تامة وتشتمل (٨) على عدة أدوار في الطول تامة أو مع قوس زائدة تتكرر (٩) بعينها (١٠) لعل تذكر أنه لا بد منها يكون في كل مدة مثلها مثل تلك الأدوار في الطول بعددها والزيادة إن كانت وتكون العودات في الاختلاف عائدة بعددها فنولا (١١) أن عودات الاختلاف تمت فيها أيضا وإلا لما كانت الأدوار الطولية متشابهة واجتهدوا أن يكون (١٢) عودات العرض في أمثال تلك المدد متشابهة وذلك أن يراعى أطرافها بكسوفات (١٣) قمرية متشابهة الأحوال فإن تعذر أمر العرض جعلوا له رسدا خاصا . واعلم أن الأدوار القمرية إذا عادت أدوارا تامة فإن الأشهر لا يجب أن تتم بها لأن الشمس تتحرك في الشهر مقدارا وإلى أن لا يلحقها (١٤) القمر بالمقابلة أو بالمقارنة (١٥) لا تتم الشهر ولذلك (١٦) لا بد من أن

(١) سا ، د : متحركة

(٢) ب : في الهامش [ما إذا] - وفي سا ، د : ما إذا

(٣) ب : نصيبها وبين السطرين [حصتها] - وفي سا ، د : نصيبها

(٤) سا : القاطع (٥) سا ، د : من

(٦) سا ، د : واحدا

(٧) سا : بالوسط

(٨) سا ، د : تشتمل

(٩) سا : يتكرر

(١٠) سا : تمقبا

(١١) سا ، د : لولا

(١٢) سا : يكون

(١٣) سا : وبكسوفات

(١٤) سا ، د : لا يلحقه

(١٥) سا ، د : المقارنة

(١٦) سا ، د : فكذلك

نزيد في هذا الاعتبار على العودات في الطول قوسا إلى تمام الشهر بعد أن تكون الزيادة في كل مرة مثل تلك القوس دائما فهذه السبيل أمكن الأقدمين أن يراعوا مدد الشهور ويتم بأن يتربص (١) بعد كل عودة إلى استقبال أو اجتماع والاستقبال أسهل بسبب الكسوف إذا عاد حضر (٢) الأشهر معلومة وأما كيف يمكن أن يراعى حتى تكون العودات في الاختلاف تامة فهو على ما نبينه عن قريب وأما كيف يمكن أن يراعى ذلك لعودات العرض فبأن (٣) تكون الكسوفات التي نجد (٤) بها أطراف الشهور (٥) عند نقطة واحدة شمالية أو جنوبية ويعرف ذلك بتساوى مقدار الكسوف (٦) وبمقدار (٧) واحد من البعد (٨) من الأرض ويعرف (٩) ذلك بتشابه الابتداء والمكث والانجلاء في المدة أو تشابه زمان ما بين الابتداء والاجتماع لتساوى مقدار الكسوف (١٠) وإذا كان عاد في اختلافاته (١١) كلها جميع الأمور . والأقدمون لما وصلوا هذه المدد وذلك بالقياس إلى الكواكب الثابتة (١٢) وجدوا للأمور (١٣) كلها مدة (١٤) وذلك ستة آلاف وخمسمائة وخمسة (١٥) وثمانون يوما وثلاث يوم تستكمل فيها (١٦) عندهم (١٧) من عودات الطول مائتين (١٨) وإحدى وأربعين (١٩) دورة والأجزاء التي تدورها (٢٠)

(٢) في هامش ب : حصل

(١) سا : غير واضح

(٣) ف : فإن

(٤) سا . يتحدث بدلا من [نجد بها] .

(٥) سا ، د : الأشهر

(٦) [ويعرف ذلك بتساوى مقدار الكسوف] : غير موجود في سا

(٧) سا : بمقدار

(٨) سا ، د : بالبع

(٩) سا : ونعرف

(١٠) [لتساوى مقدار الكسوف] : في هامش ف - وفي : غير موجود

(١١) سا : اختلافه

(١٢) ف : غير واضح

(١٣) ب ، سا ، د : الأمور

(١٤) سا ، د : ومدة

(١٥) ب : وخمس

(١٦) سا ، د : فيه

(١٧) ب ، ف : في الهامش

(١٨) ب ، سا ، د : مائتان

(١٩) ب ، سا ، د : وأربعون

(٢٠) سا : تدورها

الشمس بعد الدوائر عشرة أجزاء وثلاثاً جزء ومن عودات الاختلاف مائتا عودة وتسع وثلاثون عودة ومن عودات العرض مائتا عودة واثنان وأربعون عودة ومن الأشهر مائتا شهر وثلاثة وعشرون شهراً ويسمّون هذا الزمان الزمان (١) الدورى لأن في مثله تدور الأحوال مرة أخرى على نسبتها لكنهم لأجل كسور الأيام ضاعفوا ذلك ثلاث مرات فتضاعفت معه العودات وسموه الزمان المستخرج والمستنبط وأما أبرخس فإنه لما استعان بأرصاده وأرصاد (٢) البابليين (٣) الأقدمين الكلدانيين النازلين كانوا بكلواذى (٤) وجد (٥) ما قدروه من ذلك خطأ ووجدوا (٦) المدة المشتمة على جميع ذلك أما من الأيام فمائة ألف يوم وست (٧) وعشرون ألف يوم (٨) وسبعة (٩) أيام وساعة واحدة من ساعات الاستواء ووجدوا (١٠) الشهور المستكملة فيه أربعة آلاف ومائتين (١١) وسبعة (١٢) وستين (١٣) شهراً ومن عودات الاختلاف أربعة آلاف وخمسمائة وثلاثة وسبعين (١٤) عودة ومن أدوار الطول في فلك البروج أربعة آلاف وستمائة واثنى عشرة دورة إلا سبعة أجزاء ونصفاً (١٥) بالتقريب تنقصها الشمس وكان قياسه أيضاً إلى الثابتة (١٦) وخرج له الشهر الوسط تسعة وعشرين يوماً وإحدى وثلاثين دقيقة وخمسين ثانية وثمانى (١٧) ثوالث (١٨) وعشرين رابعة بالتقريب وكان تحقيقه للأشهر بالكسوفات

(٢) سا ، د : غير موجود

(٤) سا : غير واضح

(١) ف : في الهامش

(٣) سا : غير واضح

(٥) سا ، د : وجدوا

(٦) سا : ووجد

(٧) ب ، سا ، د : وست

(٨) [وست وعشرون ألف يوم] : في هامش ف

(٩) سا : وستة

(١٠) ب : ووجد

(١١) ب : ومائتان

(١٢) سا : وتسعة

(١٣) ب : وستون

(١٤) ب : وسبعون

(١٥) ب : ونصف

(١٦) سا : الثانية

(١٧) ب : وثمان - وفي سا : وثمانون

(١٨) في هامش ب : [وتسع روابع وعشرون خامسة]

وأما إذا حققها بالاجتماع والاستقبال خرجت (١) له الأعداد أقل وسبيل ذلك من جهة العدد (٢) المشترك (٣) وهو (ير) (٤) الذى بعد الشهور وهى أربعة آلاف ومائتان وسبعة وستون ومن عدة دورات (٥) الاختلاف وهى ٤٥٧٣ فقسّموا (٦) العددين عليه (٧) فحصل (٨) من الشهور (٩) مائتان وواحد وخمسون شهرا ومن (١٠) عودات الاختلاف مائتان وتسع سنين (١١) وأما العودة فى العرض فلم يجده (١٢) فى هذه الكسوفات على الشرط (١٣) المذكور إذ (١٤) لم يكن الجهة والمقدار واحدا فكان إذا أراد أن يراعى عودة العرض احتاج إلى اعتبار مدة الطول (١٥) وهى خمسة آلاف شهر وأربعمئة وثمانية وخمسون شهرا ومن أدوار العرض خمسة آلاف دورة (١٦) وتسع مائة وثلاثة وعشرين (١٧) دورة وإذا قرر الأمر ما وجدته أبرخس (١٨) ثم قسمت المدة على عدة الأثهر فمن البين أنه تخرج أيام الشهر (١٩) وإذا قسمت العودات بعد أن تجعل درجا على جملة الأيام خرج المسير فى اليوم سواء فى (٢٠) الطول أو العرض أو الاختلاف وقد يستخرج أجزاء الوسط فى الطول

-
- (١) سا ، د : خرج
(٢) سا : العود
(٣) فى هامش د : [المشترك الذى بين الشهور]
(٤) [وهوير] : غير موجود فى سا ، د
(٥) سا : دوران
(٦) سا ، د : وقسموا
(٧) سا ، د : عليهما
(٨) سا ، د : فخرج
(٩) سا : غير واضح
(١٠) سا : من
(١١) سا : وستون
(١٢) سا : نجده
(١٣) سا : السط
(١٤) سا : إذا
(١٥) ف ، سا ، د : أطول
(١٦) سا ، د : غير موجود
(١٧) ب : وعشرون
(١٨) سا : غير واضح
(١٩) سا : شهر
(٢٠) ب : كان فى - حيث [كان] فى الهامش

بوجه أسهل وهو أن الشهر الوسط هو دورة تامة مع قوس تسير بها (١) الشمس (٢) في مدة الشهر الوسط المعلومة والدورة مع قوس الشهر (٣) معلومة فوسط القمر في الشهر (٤) معلوم ثم أن بطليموس أراد أن يعتبر ماوضعه أبرخس وغيره ويتأمل صحته فأنشأ لذلك حيلة فاستدرك على الأوائل بوجه أسهل من طريق أبرخس^١ وأوضح (٥) واستصحب سلوك هذه الطريقة لما يرض في مسير القمر من (٦) الاختلاف وذلك أنه ليس كلها (٧) تساوى مدد عودات في الطول تشابهت فيها الأدوار وذلك للاختلاف الواقع لشمس (٨) والقمر مما أما الشمس فيجب أن يراعى تساوى القسي التي تقطعها بعد الأدوار وليس يتفق ذلك دائماً للاختلاف بل يجوز أن يتفق مدد الأشهر وتختلف زيادة (٩) الشمس والقمر فإن (١٠) الشمس مثلاً إذا كانت المدة سنة ونصفاً (١١) ومكان الشمس بعد الدورة في (١٢) المدة الأولى في جنبه الحضيض فسارت في المدة الأولى بعد العودة قوساً يبتدىء من المسير الوسط الذي عند الحوت في نصف السنة يسير (١٣) نصف الفلك (١٤) الخارج (١٥) المركز وأقل من نصف فلك البروج بما نعلم (١٦) وإذا (١٧) ابتدأت في المدة الثانية كانت في جنبه الأوج فسارت بعد العودة من المسير الوسط

(١) سا : سيرها

(٢) سا ، د : مع الشمس

(٣) [في مدة الشهر الوسط المعلومة والدورة مع قوس الشهر] : في هامش ب وغير موجود

في سا

(٤) سا ، د : الوسط

(٥) ب : وأصح

(٦) سا ، د : في

(٧) سا ، د : كما

(٨) سا ، د : في الشمس

(٩) سا ، د : زيادات

(١٠) ف ، سا ، د : بازاء

(١١) ب ، سا ، د : ونصف

(١٢) ب : في ابتداء - حيث [ابتداء] في الهامش

(١٣) سا ، د : مسيرها

(١٤) سا ، د : غير موجود

(١٥) ف : والخارج

(١٦) في هامش ب : بقى د مه

(١٧) سا ، د : فاذا

الذى عند السنبلة فيكون مسيرها في نصف السنة نصف الفلك الخارج المركز وأكثر من نصف فلك البروج بما تعلم (١) وهو دمه (٢) فتكون (٣) حركتها في (٤) الفلك الخارج متساوية وما تسيره في فلك البروج غير مساو (٥) بل يجب أن يراعى (٦) في مسير الشمس أن لا يكون اختلاف البتة أو يكون اختلاف واحد وذلك بمراعاة (٧) أمور منها أن تتم أدوار الشمس في فلكها (٨) وتنجر (٩) الكسور القوسية أو تكون (١٠) زائدة بالنصف المبتدىء من الأوج إلى الحضيض في المدة الأولى ومن الحضيض إلى الأوج في المدة (١١) الثانية في الأصلين جميعا حتى لا يكون اختلاف أو يكون في (١٢) الابتداء في كلا (١٣) الزمين (١٤) نقطة واحدة (١٥) والانهاء إلى نقطة واحدة (١٦) وهذا (١٧) لا يكون في أزمنة متتالية أو يكون مبدأ الزمانين من قطع واحد بعينه وبعد سواء من جنبتي البعدين (١٨) المختلفين فيكون ابتداء (١٩) مثلا في أول كسوف الزمان الأول وله بعد من الأوج أو الحضيض في جهة وحصل (٢٠) في آخر الزمان الثانى في مثل ذلك البعد من الجهة الأخرى (٢١)

(١) سا : يعلم - وفي هامش ب : [وتتفاوت المدتان بتسعة أجزاء ونصف فيكون مسير الفلك الخارج متساوية]

(٢) سا ، د : [بتسعة أجزاء ونصف] بدلا من [وهو دمه]

(٣) سا : فيكون

(٤) سا ، د : مسير بدلا من [حركتها في]

(٥) [وما تسيره في فلك البروج غير مساو] : غير موجود في سا ، د

(٦) سا : نراعى

(٧) سا : لمراعاة

(٨) سا ، د : فلكه

(٩) سا ، د : ولنجر

(١٠) سا : يكون

(١١) ب ، سا ، د : غير موجود

(١٢) سا ، د : غير موجود

(١٣) سا ، د : كل واحد من

(١٤) سا ، د : الزمانين

(١٥) ب : واحدة الاختلاف - وفي ف : [الاختلاف] مشطوبة

(١٦) ب : واحدة الاختلاف - وفي ف : [الاختلاف] مشطوبة

(١٧) في هامش ب : [كل واحد من الزمانين نقطة واحدة والانهاء إلى نقطة واحدة وهذا]

(١٨) سا : غير واضح

(١٩) سا ، د : غير موجود

(٢٠) سا ، د : جهة أخرى

(٢١) سا : فصل

فابتدأت (١) الشمس مثلاً من نقطة لها بعد من الأوج وتمت الأدوار عندها ثم زادت على ذلك قوساً فحصلت عند الأوج ثم تمت الأدوار عند الأوج وزادت على ذلك قوساً فحصلت على بعد من الأوج مثل بعد النقطة الأولى التي منها ابتدأت وكذلك (٢) من جانب الحضيض حتى كان الاختلاف واحداً بعينه وتكون القسي الفاضلة على الأدوار الثامنة من فلك البروج متساوية وبعد هذا فيجب أن يراعى (٣) مثل (٤) هذا في مسير القمر من البروج فإنه يجوز أن يتفق عودات للقمر في البروج (٥) في المدد المتساوية متساوية ثم لا يجب أن يكون عاد إلى اختلاف الذي منه ابتداءً أولاً (٦) إلى عرضه (٧) أما الاختلاف فلمثل (٨) ما قلنا للشمس فإنه إذا تحرك بعد الأدوار مبتدئاً في أول الزمان (٩) من أسرع السير إلى أبطأه وفي الثاني بعدها من أبطأه (١٠) إلى أسرعه فبرى أنه قطع في زمانين متساويين قسماً في الطول من فلك البروج متساوية من غير أن يكون قد تم الدور في الاختلاف في كل واحد من الزمانين ولا (١١) عاد إلى اختلافه الأول فهذا مثال (١٢) ما لا يكون له في أحد الزمانين فضل اختلاف أصلاً (١٣) وكذلك (١٤) إذا تحرك في كل واحدة (١٥) من المدتين من سير واحد بعينه بحيث الزيادة أو النقصان (١٦) ثم لم ينته إلى ذلك السير بعينه (١٧) ويكون (١٨) فضل الاختلاف

(١) سا ، د : وابتدأت (٢) سا : أو كذلك

(٣) سا : نراعى (٤) سا : ميل

(٥) سا ، د : [يمكن أن يكون مسير القمر] بدلاً من [يجوز أن يتفق عودات للقمر في

البروج]

(٦) ب : ولا

(٧) سا : عرضه

(٨) سا : فلميل

(٩) سا ، د : الزمانين

(١٠) سا ، د : أبطأ السير

(١١) سا : أولاً

(١٢) سا ، د : غير موجود

(١٣) ب ، سا ، د : البتة

(١٤) سا : ولذلك

(١٥) سا ، د : واحد

(١٦) ف ، سا ، د : والنقصان - وفي هامش ب : [أى لا يكون عاد إلى الموضع الذي كان

فيه من فلك التدوير فيكون فضل الاختلاف واحداً وأنه قطع من البروج قوسين متساويين ولا يكون]

(١٧) [ثم لم ينته إلى ذلك السير بعينه] : غير موجود في سا ، د

(١٨) سا ، د : فيكون

واحدا فإنه (١) يكون (٢) قد (٣) قطع من البروج قوسين متساويتين (٤) ولا يكون عاد من الاختلاف واحدا وهذا فلا يزال (٥) وكذلك إذا كان المبدآن في السيرين من قسي بعدهما عن البعد (٦) الأبعد أو الأقرب من جنبيه سواء فيكون كما مثلنا في الشمس قد ابتدأ من نقطة وتم (٧) الدورات إليها ثم حصل بعدها (٨) عند الأوج أو الحضيض ثم تتم الدورات عند الأوج أو الحضيض ثم زاد قوسا مثل القوس التي زادها (٩) في الكرة الأولى (١٠) فنرى أنه سار قسما من فلك البروج متساوية ولا يكون عاد إلى اختلافه . وأما في العرض فقد سبق القول فيه (١١) فلاذن (١٢) يجب أن نختار لكل واحد (١٣) من الاختلاف (١٤) والعرض ما نؤمن معه هذا الخطأ . وأما (١٥) الاختلاف (١٦) فيجب أن نجعل المبادئ من أمور عظيمة الاختلاف إما بالفعل والمقدار وإما بالقوة وإن كان يمكن أن يراعى بما هو دون ذلك لكن الأولى والأصح ذلك أما الذي (١٧) بالفعل فبأن يكون الابتداء من (١٨) البعدين العظيمي (١٩) الاختلاف بأن (٢٠) يجعل مبتدئا في إحدى المدتين من إبطاء السير ومحفظ حتى لا يكون

-
- (١) سا ، د ، وأنه
(٢) سا ، د : غير موجود
(٣) ب ، سا ، د غير موجود
(٤) ف ، سا ، د متساويتين
(٥) ب ، ف ، غير واضح
(٦) سا ، د : غير موجود
(٧) سا : تم - حيث [تم] مشطوبة
(٨) في هامش ف : بعد
(٩) سا ، د : غير موجود
(١٠) سا الأولية
(١١) ف ، سا ، د به
(١٢) سا ، د فاذا
(١٣) سا ، د واحدة
(١٤) سا ، د الاختلافات
(١٥) ف ، سا ، د : أما
(١٦) سا ، د : للاختلاف
(١٧) ف في الهامش
(١٨) سا بين
(١٩) سا ، د العظيمين
(٢٠) ف : وأن - وفي سا ، د : فإن

انتهأؤه عند أسرع السير وأن يبتدأ (١) فى المدة الثانية من أسرع السير من غير أن ننهى إلى إبطاء السير فهناك يعظم الاختلاف فى الطول وخاصة عند الربع أو الثلثة الأرباع من الدائرة فيتضاعف غاية الفضل ومهما لم ننته إلى المذكورين لم يكن أن يرى (٢) قاطعا فى (٣) مدد (٤) متساوية قسيا فى الطول متساوية أو يتم (٥) العودة وأما الذى بالقوة فأن يبتدى فى إحدى المديتين من عند المسير الأوسط (٦) الذى يأخذ إلى الأسرع (٧) وفى المدة (٨) الأخرى (٩) من (١٠) عند المسير الوسط (١١) الذى يأخذ فى (١٢) الإبطاء وها هنا إذا صادف السير ربعا أو ثلاثة أرباع تضاعف غاية الفضل وإن صادف نصفاً تضاعف أربع مرات فلا (١٣) يكون اختلاف فى القوة أعظم منه ولا يمكن أن يقع غلط فيكون قد قطع قسيا متساوية من البروج ولم يتم العودات فى الاختلاف ولهذا اختار أبرخس (١٤) تصحيح اختلاف الشمس بأن جعل فى (١٥) إحدى المديتين من أسرع السير غير منته إلى أبطأه وفى الأخرى بالعكس . وأما للعرض (١٦) فما (١٧) ذكرناه فيما سلف فهو الأحوط (١٨) مع تحصيل العقدة فبين أن هذ الطريقة ليست بـمهلة (١٩) وإن كانت بحيث إذا

-
- (١) سا ، د : نبتلىء
(٢) سا : نرى
(٣) سا ، د : غير موجود
(٤) سا ، د : مدة
(٥) ف : غير واضح
(٦) سا ، د : الوسط
(٧) سا : السردة
(٨) سا ، د : غير موجود
(٩) سا ، د : الآخر
(١٠) سا ، د : غير موجود
(١١) سا ، د : غير موجود
(١٢) ب : سا ، د : إلى
(١٣) ب : سا ، د : ولا
(١٤) سا : انرجس
(١٥) سا ، د : غير موجود
(١٦) ف : العرض
(١٧) ف : بما
(١٨) سا ، د : الاحتياط فيه
(١٩) سا ، د : بمهلة فإذا حفظ

حفظ (١) ما قيل فيها لم يوجد مقصرة في الإيصال (٢) إلى المطلوب ولكن السبيل الذى ذكره بطليموس في الاستدراك على المتقدمين وجد به الأشهر والأدوار (٣) في الطول موافقة لما وجدته أبرخس في (٤) الاختلاف (٥) والعرض مخالفة (٦) لذلك أما الاختلاف فوجدته في مدة أطول وأما العرض (٧) فوجدته في مدة أقصر .

فصل

في حركات القمر الجزئية المستوية (٨)

وقبل الشروع (٩) في تحقيق ذلك الاستدراك وضع جداول المسير (١٠) للقمر (١١) في الطول والاختلاف والعرض مصلحا بما استدركه ووضع مسير القمر في الطول بقسمة درج (١٢) دورة واحدة (١٣) وقوس سير القمر الوسطى على أيام الشهر فخرج لليوم (١٤) الواحد (طى لدالح ل ل ل) (١٥) بالتقريب ثم قسم ذلك على الساعات وأجزائها وضرب عدد أدوار الاختلاف في (شس) (١٦) ليجعلها درجات (١٧) ثم قسمها على أيام المدة التى لأبرخس (١٨) فخرج حركة

(١) [إذا حفظ] : غير موجود في سا ، د

(٢) سا : غير واضح

(٣) ف : في الهامش

(٤) سا : وفي

(٥) سا : اختلاف

(٦) سا : مخالفته

(٧) سا ، د : في العرض

(٨) [فصل في حركات القمر الجزئية المستوية] : غير موجود في سا : د

(٩) سا : السرعة

(١٠) سا ، د : مسير

(١١) سا ، د : القمر

(١٢) ف : درجة

(١٣) سا : غير موجود

(١٤) ف : في الهامش

(١٥) ف : يحى لد يح ل ل ل - وفي سا ، د : يحى لد يح ل ل ل

(١٦) سا ، د : ستين

(١٧) سا ، د : درجا

(١٨) سا : لا نرجس

الاختلاف المستوى في اليوم (يح - لحيو كط ل ح ل ح) (١) لكن (٢) ١١
 اختبره بطريقته وجده ناقصا ووجده في اليوم (يح - يوح يو ير نا ي ط) (٣)
 ثم قسمه (٤) على الساعات ثم عمل بأدوار العرض كذلك فخرج على أصل
 أبرخس (٥) ليوم واحد (يح كج مه لط م بر ي ط) (٦) وخرج على استدراكه
 أكثر من ذلك وهو (مح - مه لط مح يو لر) (٧)

وسنبين أن (٨) الحركة الوسطى للبعد هي حركة الخارج والبعد هو تباعد
 ما بين الشمس والقمر فهو فضل ما بين حركتهما الوسطى تكون في اليوم (يب
 يا لو ما ك نر ي ط) (٩) فقسم (١٠) ذلك على (١١) الساعات وأجزأها
 وضرب جميع هذا في الشهور التامة وهي ثلاثون يوما ثم في أيام السنة المصرية (١٢)
 وهي ثلاثمائة وستون يوما وأسقط الأدوار التامة من الحمل وأخذ (١٣) ما يفضل
 ثم ضربه في ثمانى عشرة (١٤) سنة لعمل الجداول وهي ثلاثة ألواح بجدولة أحدها (١٥)
 للسنين (١٦) المجموعة متزايدة على التوالى بثمانى عشرة (١٧) ثمانى عشرة (١٨) سنة
 والثانى للسنين (١٩) المفردة إلى ثمانى عشرة (٢٠) وتحتها للساعات والثالث

-
- (١) ف : يح ح يح يو كط ل ح ل ح - وفي سا : يح ح لحيو د ط يح يح
 (٢) سا : لكه
 (٣) ف : يح ح يح يو ير نا ي ط - وفي سا ، د : يح د يح يو ير نا ي ط
 (٤) سا : قسمت
 (٥) سا : انرجس
 (٦) ف ، سا ، د : يح يح مه لط م بر ي ط
 (٧) ف : يح يح مه لط مح لو لر - وفي سا ، د : د ل ح مد لط مح يو لر
 (٨) سا : غير واضح
 (٩) ف : يب ياكو ياك يير ي ط - وفي سا ، د : يب يا لو ما ك يير ي ط
 (١٠) سا : يقسم
 (١٢) سا ، د : غير موجود
 (١٣) سا : واحد
 (١٤) هـ ، سا ، د : ثمانية عشر
 (١٥) سا : أحد
 (١٦) ف : للسير
 (١٧) ب ، سا ، د : بثمانى عشر
 (١٨) [ثمانى عشرة] : غير موجود في سا ، د
 (١٩) ف : للسير
 (٢٠) ب ، سا ، د : ثمانية عشر

للسهور وتحتها الأيام وكل لوح فيه جدول طولاني لحركات الطول والآخر
لحركات الاختلاف والآخر (١) لحركات الأرض والآخر لحركات البعد وكل
جدول طولاني فهو مقسوم عرضا إلى السوادس .

فصل

في أن الذي يلزم القمر من الاختلاف شيء واحد إن جعل ذلك
على جهة الفلك الخارج المركز وإن جعل على جهة فلك التدوير (٢)

ثم شرع في إبانة الوجه لخصه (٣) في استخراج مسير الاختلاف وقال أولا
إنه وإن كان يظهر للقمر اختلاف ثان غير هذا الاختلاف وثالث (٤) على
ما بينه (٥) وغفل عنه أكثر المتقدمين فإن ذلك غير صائر (٦) لنا في عرضنا (٧)
هذا لأننا نعتبر الحكم من الكسوفات القمرية وهي عند الاستقبالات لا محالة وليس
للاختلافات الثانية (٨) والثالثة عند الاستقبال كما تبين (٩) كثيرنا تنزيل (١٠)
الثانية تعظم (١١) عند التربيعين والثالثة عند التسديسين وإنما جعلنا هذا الاختلاف
اختلافا أول إذ يوجد مع عدم الاختلافات الأخرى وتلك لا توجد إلا مخالطة
له (١٢) فهو (١٣) أولى بأن يكون الكلام المقدم إنما قال هو فيه وهذا الاختلاف
وإن كان حاله فيما يعرض عنه وله يلزمه (١٤) على أصل التدوير وأصل الخروج

(١) سا : والأخرى

(٢) [فصل في أن الذي يلزم القمر من الاختلاف شيء واحد إن جعل ذلك على جهة الفلك الخارج

المركز وإن جعل على جهة فلك التدوير] : غير موجود في سا ، د

(٣) ف ، سا ، د : يخصه

(٤) سا ، د : أو ثالث

(٥) ب ، سا ، د : مانبيه

(٦) ب : ضاير

(٧) سا ، د : عرضنا

(٨) سا : الثابتة

(٩) سا ، د : بين

(١٠) سا : غير واضح

(١١) سا : يعظم

(١٢) سا ، د : لها

(١٣) ب : وهو

(١٤) ف ، سا ، د : ويلزمه

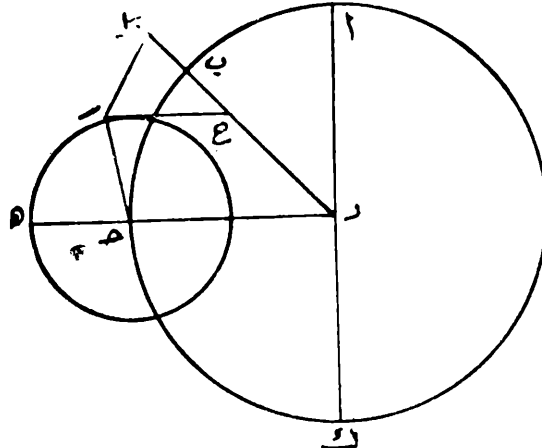
عن المركز واحداً فإن الأولى أن يوضع هذا الاختلاف على أصل التدوير ويوضع (١) الثاني على أصل الخروج حتى يكون فلك خارج المركز يحمل فلك التدوير فإن هذا هو الذي يستمر على ما أشرنا إليه فيما سلف وأما أنه كيف يمكن أن يكون اللوازم من الأصليين في هذا الباب واحدة (٢) وليس مسير الاختلاف مشابهاً للمسير في الطول كما كان في الشمس (٣) مشابهاً له بل هاهنا نسبة قوس (٤) المسير (٥) من التدوير إلى فلكها أصغر من نسبة قوس المسير من الخارج إلى فلكها فذلك مما تبين (٦) مما (٧) نقوله ولنضع الحامل موافقاً (٨) في المركز إذ لم يتعرض بعد لخارج المركز ولا وضعنا الحامل الموافق مكان الحامل (٩) الخارج مما يظهر ضرره في هذا الاختلاف الأول وأما الشرط الذي يجب أن يقدم في مراعاة استواء حكم (١٠) هذا الاختلاف إذا كان القمر على تدوير هو على حامل أو (١١) كان على خارج المركز دون التدوير فإن (١٢) يكون مسير التدوير على (١٣) الحامل يفعل قوساً أعظم في النسبة من قوس القمر في التدوير وأن يكون (١٤) قوس (١٥) الخارج التي يقطعها القمر لو كان عليها (١٦) شبيهة بقوس التدوير (١٧) إلا أن الخارج يتحرك إلى ضد جهة (١٨) حركة القمر قوساً شبيهة بفضل قوس

-
- (١) سا : ويرجع
(٢) سا ، د : واحداً
(٣) [في الشمس] : في هامش ف
(٤) سا : غير موجود
(٥) سا ، د : المسير فيها
(٦) سا : يبين
(٧) ب ، سا ، د : بما
(٨) ب : موافق
(٩) [الموافق مكان الحامل] : غير موجود في سا
(١٠) سا : حلم
(١١) سا : إذا
(١٢) سا ، د : مع أن
(١٣) سا : في
(١٤) سا ، د : [ويكون] بدلا من [وأن يكون]
(١٥) سا ، د : القوس
(١٦) [لو كان عليها] : غير موجود في سا ، د
(١٧) سا ، د : التدوير ولو كان عليها
(١٨) سا : غير موجود

الحامل على قوس التدوير وأن تكون حركة القمر (١) إلى المشرق ضد حركة الكل وسواء وضعت النسب متساوية أو متشابهة فإن الحكم في الأصلين يكون واحدا « أ » فلتوضع (٢) أولا متساوية وليكن أ ب ح (٣) الموافق على مركز وقطر أك (٤) والتدوير دائرة ه ر (٥) على ح وقد صار من أ إلى ح والكواكب (٦) من ه الأوج إلى ر ونصل ح ر ، د ح ه (٧) ويكون قوس أ ح أعظم من القوس الشبيهة بقوس ه ر من دائرتها فنأخذ ب ح قوسا نسبتها إلى دائرة أ ب ح نسبة (٨) ه ر (٩) إلى دائرتها (١٠) ونصل دب (١١) فنبين (١٢) أن زاوية أ ب د هي زاوية الفضل بين المسير الوسط ومسير الاختلاف وهو قدر ما فرضنا أن الخارج (١٣) المركز يتحركه (١٤) وكان القمر عليه في زمان مثل هذا الزمان في هذا الأصل فنأخذ د ح مثل جر (١٥) ونصل ح ر (١٦) فلأن قوس ب ح (١٧) شبيهة بقوس ه ر فنبين (١٨) أن زاوية ب د ح (١٩) مثل ر ح ه الخارجة المقابلة فيظهر أن ج د ح ر متوازي الأضلاع فإذا أدير (٢٠) على مركز ح وبعده (٢١)

-
- (١) سا ، د : الحركة القمرية
(٢) سا : فلتضع
(٣) سا : ا ب د
(٤) ف ، سا : ا د
(٥) سا : ه و
(٦) سا : فالكوكب
(٧) ف : ح ر د ، ح د - وف ، سا ، د : ح ر ، ح ه
(٨) سا : مكرر
(٩) سا : غير واضح
(١٠) سا ، د : دائرته
(١١) سا : د
(١٢) سا ، د : فبين
(١٣) سا ، د : خارج
(١٤) ف : يتحرك
(١٥) ف : ح د
(١٦) ف : ح د - وف ، سا : ح ر
(١٧) ف ، سا : ا ب ح
(١٨) سا ، د : فبين
(١٩) سا ، ف : ا ب د ح
(٢٠) سا ، د : عمل
(٢١) سا : تبعه

ح ر (١). (قوس) ط ركان من الخارج الذى على النسبة المطلوبة فليقطعه خط د ب ط على ط فزاوية ط ح ر الخارجة مثل ح د ج الداخلة المقابلة أعني ر ج ه (٢) الخارجة ف : ر ط (٣) شبيهة ه ر فقد بان إذن أنه سواء تحرك (٤) الكوكب



شكل (٧١)

قوس ط ر وتحرك خط ط د قوس أ ب أو تحرك الكوكب قوس ه ر وتحرك مركزه (٥) قوس (٦) أ ج فإنه يرى على خط واحد وقد سار قوسا واحدة وبالعكس ولا يكون على خط آخر : (٥) ب ، قال ولبنن ذلك والنسب

-
- (١) سا : د
(٢) سا : ر ج ه
(٣) ف : [ف : ط]
(٤) سا غير واضح
(٥) سا : (ه) بدلا من (مركزه)
(٦) سا ، د خط

(*) حركة القمر : عندما طبق القدماء نظريتي الخارج المركز وفلك التدوير على حركة القمر وجدوا بعض الاختلافات بين النظرية وبين الأرصاد . فإذا فرض القمر متحركا على فلك التدوير بينما يتحرك مركز التدوير على البروج ، فإن زاوية سير القمر لا تساوى زاوية سير مركز التدوير . ولذلك وضعوا لحركات القمر نظريتين متكافئتين هما :

الأولى : يتحرك القمر على فلك التدوير زاوية أقل من حركة مركز التدوير على البروج وفي اتجاه عكس .

الثانية : يتحرك القمر على خارج المركز بينما يتحرك خارج المركز نفسه زاوية تساوى الفرق بين حركة مركز التدوير وحركة القمر على فلك التدوير .

ولإثبات ذلك نعتبر في شكل (٧١) أن ١ = البروج ، ر ه التدوير مركزه نقطة ه ولنفرض أن القمر تحرك زاوية ه ح ر أصغر من زاوية ١ د ح التي تحركها التدوير .

متشابهة على ماتدرى فلتكن دائرة ط ك الخارجة المركز على مركز ل وم مركز
 فلك البروج و : ط ك قوس حركة الكوكب و : ح ط قوس حركة الفلك
 حتى ينقطع من فلك البروج على النسبة المذكورة وتكون زاوية ح م ط لتلك (١)
 الأجزاء من فلك البروج ونصل ط ل م د (٢) القطر ونصل ل ك ، م ك ، م ح ،
 ل ح (٣) ولتكن (٤) دائرة (٥) أ ب ح موافق المركز على د وقطع تدوير
 هر (٦) بمركز ح (٧) منها أ ح (٨) والكوكب (٩) من التدوير قوس هر (١٠)
 شبيهة (١١) ط ك ولتأخذ أ ب شبيهة ح ط ونصل أد ك (١٢) القطر ، ب د ،
 در ، حر ، د ح ه (١٣) فلأن نسبة د ح إلى حر (١٤) من مثلث د حر (١٥)

فاذا فرض أن القمر يتحرك على خارج المركز فالمطلوب إثبات أن خارج المركز يتحرك أيضا
 زاوية = ا د ح - ه ح ر

لذلك نأخذ نقطة ب بحيث يكون ب د ح = ه ح ر ونصل د ب ثم نأخذ د ح = ح ر فيكون
 د ح ر ح متوازي أضلاع

∴ ه ح ر = ب ح ر ، د ح = ح ر = نصف قطر التدوير

نرسم القوس ط ر من دائرة نصف قطرها ح ر فيكون ط ر هو الخارج المركز وذلك باعتبار
 أن نصف قطر التدوير = البعد بين مركزي البروج والخارج
 وقد تحرك القمر عليه من نقطة ط إلى نقطة ر بينما تحركت نقطة ط نفسها زاوية ا د ب حيث
 ا د ب = ا د ح - ر ح ه وهو المطلوب

(١) [فلك البروج و : ط ل قوس حركة الكوكب و : ح ط قوس حركة الفلك حتى
 ينقطع من فلك البروج على النسبة المذكورة وتكون زاوية ح م ط لتلك] : غير موجود في سا

(٢) سا : ط ل م ل

(٣) ف : ل ل ، م ل ، م ح - حيث [م ل] في الهامش - وفي سا : ل ل ،

م ح ، م ل ، م ح

(٤) سا : وليكن

(٥) سا ، د : غير موجود

(٦) ف ، سا ، د : تدويره ر

(٧) ف ، سا ، د : بمركزه

(٨) ف ، سا ، د : ا ح

(٩) سا : والكواكب (١٠) سا : غير واضح

(١١) سا : وشبيهه

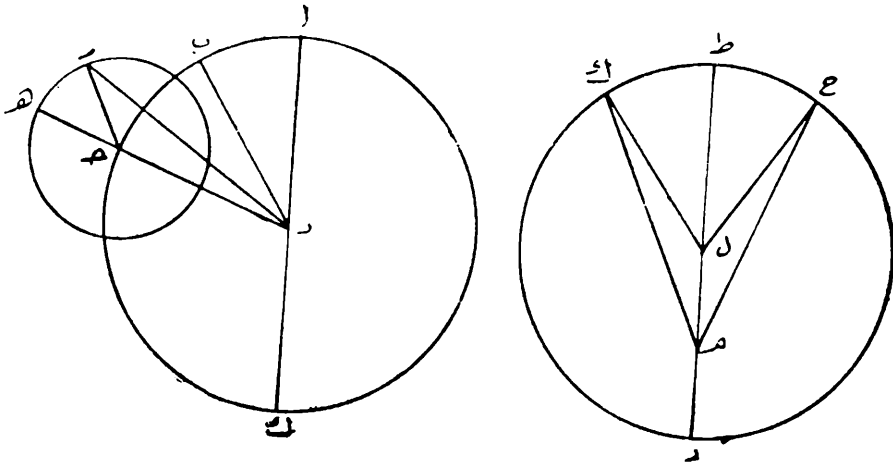
(١٢) سا : ا د

(١٣) سا : د ح ه

(١٤) سا : د ح إلى ح ر

(١٥) سا : د ح ر

كنسبة ل ك إلى ل م من مثلث ك ل م وزاويتا ل ، ح متساويتان لأنهما تبقيان عن قائمتين بعد ر ح ه ، ط ل ك (١) المتساويتان (٢٢) فالمثلثان (٣) شبيهان فزاوية م كزاوية ر ولكن (٤) ب ح (٥) شبيهه ط ك أعني ه ر فزاويتا ب د ح ، ر ح ه (٦) متساويتان ف: ب د ، ر ح (٧) متوازيان فزاوية ب در مثل زاوية د ر ح (٨) أعني ل م ك وقديبان أن زاوية أ د ب التي للفضل مثل ح م ط فجميع زاوية م مثل زاوية أ در وذلك ما أردنا أن نبين (*) .



شكل (٧٢)

-
- (١) ف : د ح ه ، ط ل ك - وفي ما : ر ح ه ، ط ل ك
 (٢) ا ، سا ، د : المتساويتين
 (٣) ف : والمثلثان
 (٤) سا : لكن
 (٥) سا : ب ح
 (٦) سا : غير واضح
 (٧) سا : ب د ، ر ح
 (٨) سا : در ح
 (*) إثبات نظرية حركات القمر باعتبار أن :

النسبة بين نصف قطر التدوير إلى نصف قطر البروج = النسبة بين نصف قطر الخارج إلى نصف

قطر البروج

البرهان : في شكل (٧٢) ح ط ل ك د الخارج ومركزه نقطة ل ، ومركز البروج م . ولنفرض أن القمر تحرك من ط إلى ل وفي نفس الوقت يكون نصف قطر الخارج ل ط قد تحرك في نفس الاتجاه زاوية معلومة ، أو يمكننا اعتبار الخارج ثابتا بينما تحرك البروج بالمعكس نفس الزاوية .
 نفرض حركة البروج للمعكس هي زاوية ط م ح

فصل

في تبين (١) اختلاف القمر الأول البسيط (٢)

ولما بن بطليموس ذلك مال (٣) إلى اختيار (٤) فلك التدوير لهذا الاختلاف ولم يبال أن يجعل القمر كأنه لا عرض له بل كأنه على فلك (٥) البروج ليسهل له البيان الذي يحاوله ولا (٦) يصعب بسببه (٧) ما يجب من حساب العرض الذي لا يقع يتركه تفاوت محسوس على ما نبينه بعد وإن كان الواجب أن يتوهم أولاً في الكرة التي تحمل القمر فلما في سطح فلك (٨) البروج وعلى مركزه وآخر (٩)

فيكون القمر قد سار على البروج زاوية $ع م ل$ وليكن $ا ب ح$ البروج ومركزه نقطة $د$ ، والتدوير $ر ه$ مركزه نقطة $ح$ ، ونفرض أن القمر تحرك زاوية $ه ح ر = ط ل ل$ بينما تحرك التدوير زاوية $ا د ح < ه ح ر$ ، ولناخذ زاوية $ا د ب = ع م ط$ والمطلوب إثبات أن زاوية $ع م ط = ا د ب - ر - د - ر - ه$

في المثلثين $ر ح د$ ، $م ل ل$: $\frac{ر}{د} = \frac{ل}{ل}$

، $ر ح د - م ل ل$ (لأن $ر ح ه = ط ل ل$)

∴ المثلثان متشابهان ويتج أن زاوية $ح ر د = ل م ل$

لكن زاوية $ط ل ل = ر ح ه = ب د ح$

∴ $ا د ح = ا د ب + ب د ح = ا د ب + ر ح ه - ع م ط + ر - ه$

∴ $ع م ط = ا د ح - ر - ه$ وهو المطلوب

(ملحوظة : لم يثبت ابن سينا ذلك مباشرة بل أثبت أن زاوية $ع م ل = ا د ر$ ومن ذلك يمكن

استنتاج المطلوب)

(١) ف : تفصيل

(٢) [فصل في تبين اختلاف القمر الأول البسيط] : غير موجود في س ، د

(٣) س ، د : مال

(٤) س : اختيار

(٥) ف : سطح - وفي س ، د : مركز

(٦) س : فلا

(٧) س ، د : بسبب

(٨) س ، د : غير موجود

(٩) س : والخر

مائلا عنه بمقدار العرض إلا أنه على مركزه ويتحرك فضل حركة العرض (١) على حركة الطول (٢) حركة (٣) مستوية على مركز البروج وينتقل (٤) الأوج بفلك (٥) آخر في سطحه وعليه فلك التدوير وفلك التدوير يتحرك عليه (٦) مشرقيا والقمر على فلك التدوير مغربيا لكنه وإن كان كذلك فقد أخذ الحامل كأنه في سطح البروج للعدر المذكور وأما وجه بيانه لتقدير الاختلاف فلنقدم قبله مقدمات ينتفع بها في هذا الشكل ويعين (٧) على معرفة أحوال التعاديل فنقول « ح » إذا كانت (٨) القوس الوسطى دون نصف دائرة حيث (٩) يكون التعديلان زائدين معا (١٠) أو ناقصين معا كان التعديل بين القوس الحقيقة وبين (١١) الوسطى (١٢) هو في مدة قطع القوس الوسطى تضل ما بين التعديلين الأصليين اللذين توجههما (١٣) الدرجتان اللتان تحدان (١٤) تلك المدة ولنبيين (١٥) ذلك على أصل الخارج المركز (١٦) ولتكن دائرة أب د ح على مركز ه للخارج (١٧) و : ا ه ر ب (١٨) القطر المار بالمركزين و : ر مركز البروج (١٩) وليكن الكوكب (٢٠) على د فيكون

(١) ما ، د : الطول - وفي ب : [العرض] وفوقها بين السطرين [الطول]

(٢) ما ، د : العرض - وفي ب : [الطول] وفوقها [العرض]

(٣) ب : غير موجود

(٤) ما : فينتقل

(٥) ما : لفلك

(٦) ما ، د : عليها

(٧) ما : غير واضح

(٨) ما ، د : كان

(٩) ف : غير واضح

(١٠) ما : ر ليين

(١١) ما ، د : غير موجود

(١٢) ما ، د : والوسطى

(١٣) ما : توجهه

(١٤) ما : يحدان

(١٥) ف : وليس

(١٦) ما ، د : أولا

(١٧) ف : الخارج

(١٨) ما : غير واضح

(١٩) ما ، د : ومركز البروج ر

(٢٠) ف : بين السطرين

تعديله زاوية ه در وذلك بحسب درجة د ثم إذا صار على ح حتى كان وسطه في هذا الزمان قوس ح د فكان (١) تعديله (٢) بحسب درجة (٣) ح (٤) زاوية ه در وليكن (٥) تعديل (٦) د بحسب الدرجة الذي (٧) هو (٨) زاوية ه در وليكن أعظم ونصل د ح ولنضع التعديلين كما يجب في غرضنا (٩) مختلفين وليكن ه در أعظم من ه در فنقول من البين إن زاويتي ه ح د ، ه د ح (١٠) متساويتان لا محاولة فإذا نقصنا من زاوية ح زاوية ر ح ه وزدنا على زاوية د زاوية ه در (١١) حصل منها زاويتا ر ح د ، ر د ح (١٢) وهما زاويتان مثلث ح ر د ولأن زاوية ه در (١٣) أعظم من زاوية ر ح ه يكون ما زيد أكثر مما نقص فتكون زاويتا ر ح د ر د ح أعظم من زاويتي ه ح د ، ه د ح (١٤) تبقى زاوية ح ه د من مثلث ه د ح التي للوسط في هذه المدة (١٥) أعظم من زاوية ح ر د من مثلث ح ر د (١٦) التي للحقيقة تفضل (١٧) زاوية ه در على زاوية ه در (١٨) فيكون التعديل بين (١٩) القوس المرئية أعنى زاوية ر والقوس الوسطى أعنى زاوية ه هو فضل ما بين تعديلي الدرجتين

(١) ب : و كان

(٢) [في هذا الزمان قوس ح د فكان تعديله] : غير موجود في سا

(٣) سا ، د : الدرجة

(٤) سا ، د : غير موجود

(٥) سا ، د : غير موجود

(٦) سا ، د : وتعديل

(٧) سا ، د : غير موجود

(٨) سا ، د : غير موجود .

(٩) ف ، سا : عرضنا

(١٠) سا : ه ح ، د ح

(١١) سا : ه ، د ر

(١٢) سا : ن ج د ، ر د ح .

(١٣) ف : ه ر ر

(١٤) سا : ه ح د ، ه د ح .

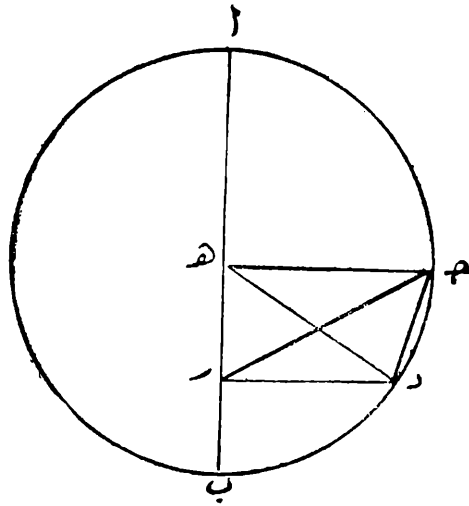
(١٥) [في هذه المدة] : غير موجود في سا ، د

(١٦) [من مثلث ح ر د] : في هاش ف

(١٧) ب ، ف : غير واضح

(١٨) سا : غير واضح

(١٩) ف : غير واضح



شكل (٧٣)

وكذلك إن جعلت زاوية هـ التعديلية أعظم من زاوية د فصارت زاوية ر أعظم من زاوية هـ (١) كان تفاوت التعديل هذا القدر بعينه (*).

(١) [من زاوية هـ] : غير موجود في سا ، د
 (*) نظرية (٢٧) : إذا كانت القوس الوسطى بين موضعين للكوكب أقل من ١٨٠° وكان التعديلان عند الموضعين باثنيان معا أو بالنقصان معا فإن :
 الفرق بين القوس المرئي والقوس الوسطى = الفرق بين التعديلين
 البرهان بطريقة الخارج المركز : في شكل (٧٣) ا ب د ج الخارج ومركزه نقطة هـ ، مركز البروج نقطة ر . ولنفرض أن الكوكب كان عند نقطة د ثم تحرك إلى -

°. القوس الوسطى = زاوية ج هـ د

، القوس المرئي = ج ر د

، التعديل عند نقطة د = هـ د ر

، التعديل عند نقطة ج = هـ ج ر حيث هـ د ر لا تساوى هـ ر

في المثلث هـ د ر : زاوية هـ د ر = هـ د د

، زاوية د هـ د = ١٨٠ - هـ د د - هـ د د

وفي المثلث ر د د : زاوية ر د د = ١٨٠ - ر د د - ر د د

= ١٨٠ - (هـ د د - هـ د ر) - (هـ د د + هـ د ر)

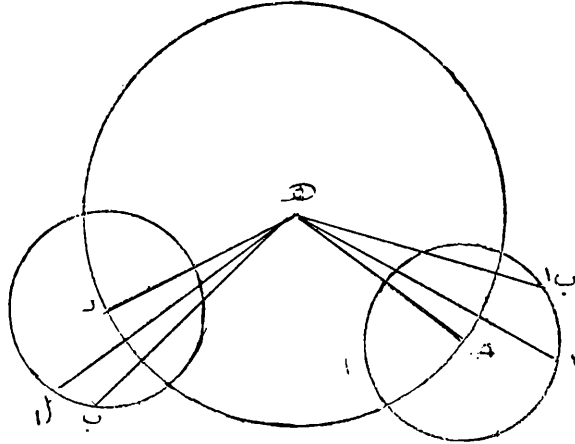
= ١٨٠ - هـ د د - هـ د د + (هـ د ر + ر د د)

= - هـ د د + (هـ د ر - ر د د)

°. ر د د - هـ د د = هـ د ر - ر د د

أي أن الفرق بين القوس المرئي والقوس الوسطى = الفرق بين التعديلين

«د» ولنسب ذلك على أصل التدوير ولتكن دائرة ح د الموافقة للمركز ومركزها (١)
 هـ و : حو : د نقطتا مركز التدوير صار فيها (٢) من ح إلى د ولما كان التدوير على ح
 كان الكوكب على أ وكان التعديل للدرجة زاوية ح هـ أ فلما صار التدوير على د صار
 الكوكب على ب فكان تعديل الدرجة زاوية د هـ ب من فلك التدوير المرتن فكان
 القوس (٣) الحقيقية (٤) قوسا : وترها زاوية أ هـ ب على أن ا من فلك التدوير



شكل (٧٤)

وهو على ح و : ب من فلك التدوير وهو على د وقوس الوسط قوس توترها زاوية
 ح هـ د وزاوية ح هـ د (٥) تفضل على زاوية أ هـ ب (٦) المذكورة بزاوية ب هـ د
 وتنقص منها بزاوية أ هـ ج (٧) والتفاضل (٨) بينهما هو التفاضل بين زوايا القوسين لكن
 زاوية د هـ ب أعظم من د هـ ا بزاوية أ هـ ب وهي (٩) تفاضل تعديل الدرجة وكذلك (١٠)
 لو فرضنا الكوكب أولا على ب ثم صار إلى الحضيض ثم إلى الأوج ثم إلى ا فيكون

(١) سا ، د : ومركزه

(٢) سا : فيها

(٣) سا ، د : قوس

(٤) سا ، د : الحقيقة

(٥) [وزاوية ح هـ د] : في هامش ف

(٦) سا : ا ب

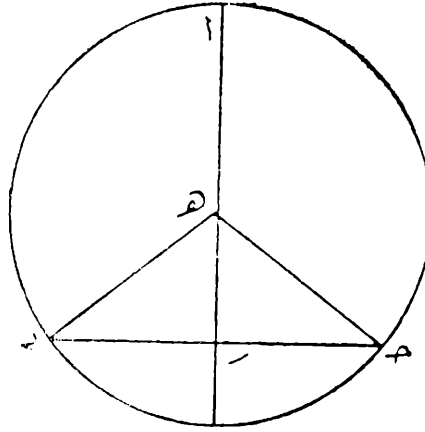
(٧) سا : غير واضح

(٨) سا ، د : فالتفاضل

(٩) سا ، د : فهي .

(١٠) سا : ولذلك .

حيث أن المرتنى هو زاوية ب ه ا : ب من التدوير وهو على ح و : ا من التدوير (١)
وهو على د فيفضل (٢) الوسط الذي هو زاوية د ه ح زاوية (٣) ب ه ح
ويفضله الوسط بزاوية آ ه د والفضل بين الفضلين زاوية ا ه ب وهو التعديل وهو
بمعينه تفاضل تعديلي الدرجتين (*) « ه » فإن كان أحد التعديلين : ائدا والآخر ناقصا فإن
التفاوت بين القوسين وهو تعديل ما بين القوسين هو مجموع التعديلين ولتبيين (٤) ذلك
في أصل الخروج أولا في مثل تلك الدائرة وليكن ح بين الحضيض والأوج و : د بين
الأوج والحضيض والقوس قوس ح ا د فزاوية ح ه ي (٥) للتعديل زائدة وزاوية



شكل (٧٥)

(١) [وهو على ح و : ب من التدوير] : غير موجود في سا .

(٢) سا : ففضل .

(٣) سا : زاوية .

(٥) نظرية (٢٧) [البرهان بطريقة فلك التدوير]

في شكل (٧٤) ليكن ح د البروج ومركزه نقطة ه ، ولنفرض أنه عندما كان مركز التدوير عند نقطة ح كان الكوكب عند ا فلما أصبح مركز التدوير عند نقطة د صار الكوكب عند نقطة ب .

∴ التعديل في الموضع الأول هو زاوية ح ه ا .

، التعديل في الموضع الثاني هو د ه ب .

، القوس المرتنى = زاوية ا ه ب .

، القوس الوسطى = زاوية ح ه د .

$$ح ه د - ا ه ب = (ح ه ب + ب ه د) - (ا ه ب + ب ه د)$$

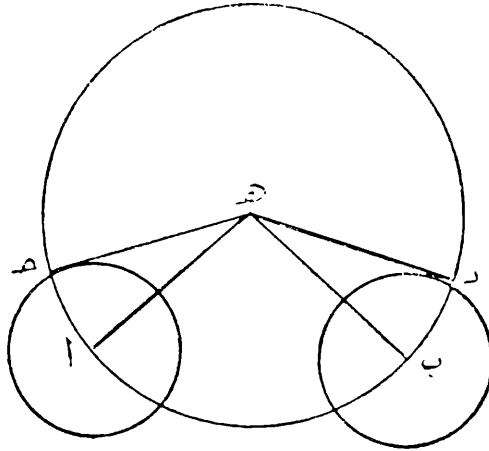
$$ح ه د - ا ه ب = ح ه ب$$

أى أن الفرق بين القوس المرتنى والقوس الوسطى = الفرق بين التعديلين .

(٤) ب : وليس .

(٥) ب ، د : ج ه .

د هي للتعديل ناقصة لكن زاوية الرؤية والقوس الحقيقية هي مجموع زاويتي ح ر ا ،
أ ر د الداخلتين وزاوية الوسط هي مجموع زاويتي ح ه ا ، أ ه د الخارجتين وهما
يفضلان مجموع (١) زاويتي ج د ، د ومجموعهما (٢) فضل التعديل (٣) (***) وانبين
ذلك أيضا في أصل التدوير وليكن تعديل أ ه > (٤) ناقصا وتعديل ب ه د (٥)
زائدا فتكون زاوية ح ه د بفعل القوس الحقيقة وزاوية أ ه ب بفعل القوس الوسطى



شكل (٧٦)

(١) ا : المجموع - وف ف : مجموع .

(٢) ب ، د : فمجموعهما .

(٣) ب ، د : التعديلين .

(*) نظرية (٢٨) : إذا كان التعديلان عند موضعي الكوكب أحدهما زائدا والآخر ناقصا فإن

الفرق بين القوس الوسطى والقوس المرئية يساوي مجموع التعديلين .

البرهان بطريقة الخارج المركز : لكي يكون أحد التعديلين زائدا والآخر ناقصا ، يكون

موضعي الكوكب في نصفين مختلفين من الدائرة ويفصلهما القطر الواصل بين الأوج والحضيض .

في شكل (٧٥) ا ح د الخارج ومركزه نقطة ه ، ومركز البروج نقطة ر ، أما موضعي الكوكب

فهما عند ح ، د .

القوس الوسطى هي زاوية ح ا د = ج ه ا + ا ه د .

والقوس المرئية = ح ر ا ، ا ر د .

ح ه ا = ح ر ا + ا ر د .

ا ه د = ا ر د + ر د ه .

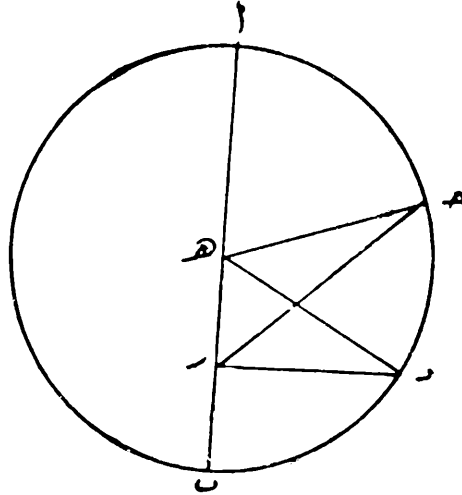
∴ (ح ه ا + ا ه د) = (ح ر ا + ا ر د) + (ر د ه + ه ر د) .

∴ القوس الوسطى = القوس المرئية + مجموع التعديلين وهو المطلوب

(٤) سا : ا ه د .

(٥) سا : ب ه .

وهي تنقص عن المرئية بمجموع التعديلين وكذلك إن جعلت في الأصلين جميعا زاوية ح ناقصة وزاوية د زائدة بأن أوقعت خطي الرؤية (١) في خلاف الجهتين وذلك سهل (*)
 « ر » ونقول إنه قد وجب من (٢) جميع ما أوردناه أنه إذا فعل قوس تعديلا زائدا فالقوس الباقية إلى تمام الدائرة لم تفعل ذلك التعديل بعينه (٣) ناقصا ،
 أما (٤) إذا كان التعديلان من جنس واحد فلنعد الشكل الذي لأصل الخروج فنقول



شكل (٧٧)

إذا قطع الكوكب ح أ ب د وعاد (٥) إلى د يكون خط الرؤية فعل زاوية ح ر أ فعل زاوية ج ر أ وقائمتين وزاوية ب ر د وفعل الوسط (٦) زاوية ح هـ ا وقائمتين وزاوية

(١) سا : الراوية

(٥) نظرية (٢٨) بطريقة فلك التدوير : في شكل (٧٦) فلك التدوير كان عند نقطة ا والكوكب

عند ج ثم تحرك فلك التدوير إلى نقطة ب وأصبح الكوكب عند د

∴ القوس المرئية هي زاوية ح هـ د

، القوس الوسطى هي زاوية ا هـ ب

ح هـ د = ا هـ ب + ا هـ د + ح هـ د

∴ القوس المرئية = القوس الوسطى + مجموع التعديلين وهو المطلوب

(٢) سا ، د : في

(٣) سا : غير واضح

(٤) سا ، د : وأما

(٥) سا ، د : فعاد

(٦) سا : المتوسط

ب ه د (١) أعنى يكون فعل زاوية ح ر ا وزيادة زاوية ح و قائمة وزاوية ب ر د بنقصان زاوية د فيكون نقص من المقوم زاوية د و زاد زاوية ح فلتنقص زاوية ح من د يبقى (٢) النقصان فضل د على ح وهو الذى كان به زيادة الوسط في قوس د ح وأنت تعلم من الشكل الذى فيه التعديلان غير متجانسين أن مجموعهما أيضا التعديل ولكن رائدا (**).

«ح» وأما في أصل التدوير والتعديلان (٣) متجانسان (٤) كان مركز التدوير (٥) إذا سار من د إلى ج في جهة ر وحصل (٦) الكوكب من أ إلى (٧) ب تكون (٨) زوايا الرؤية زوايا ح ط ك العلم وزوايا الوسط زوايا ل م ن العلم فيكون الوسط يزيد

(١) سا : ه د

(٢) سا : تبقى

(**.) نظرية (٢٩) : إذا كانت القوس الوسطى بين موضعى كوكب أكبر من ١٨٠° وكان التعديلان من جنس واحد (أى كان الموضعان في نصف واحد من الدائرة) فإن :

القوس المرئية - القوس الوسطى = - الفرق بين التعديلين

البرهان بطريقة الخارج المركز : في شكل (٧٧) كان الكوكب عند ح ثم تحرك إلى ا ثم إلى ب وأخيرا إلى د حيث نقطة د في نصف الدائرة التى فيها ح

زاوية الرؤية = ح ر ا + ١٨٠ + ب ر د

زاوية الوسط = ح ه ا + ١٨٠ + ب ه د

= (ح ر ا + ر ح ه) + ١٨٠ + (ب ر د - ر د ه)

= ح ر ا + ١٨٠ + ب ر د + (ر ح ه - ر د ه)

= زاوية الرؤية + الفرق بين التعديلين

°. القوس المرئية - للقوس الوسطى = - الفرق بين التعديلين

(٣) ب : والتعديلين - وفى ب : والتعديل

(٤) ب : متجانسين - وبين المطرين [في التعديل متجانسين] - وفى سا : غير واضح

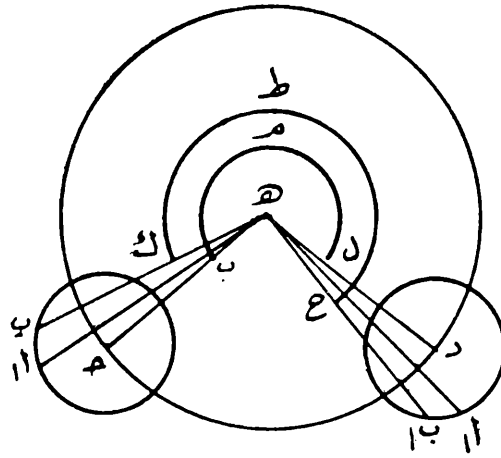
(٥) ب : بين المطرين [مدار التدوير] - وفى سا ، د : [فلأن الكوكب] بدلا من [كان

مركز التدوير]

(٦) سا ، د : فحصل

(٧) ب ، ف : فى

(٨) ب : فتكون



شكل (٧٨)

ج هـ ب (١) وينقص بزواية أ هـ د (٢) والفضل (٣) بينهما زاوية ب هـ أ (٤) وبه يزيد الوسط وبه كان ينقص (*). وأما في أصل التدوير والتعديل مخالف (٥) فذلك ظاهر وهو أن مافي (٦) زوايا (٧) د هـ ج بعد علم (٨) ل م ن ينقص عما (٩) في (١٠)

(١) سا : د هـ ب - وف ف : ح هـ د

(٢) سا : ا هـ ح

(٣) سا : الفضل

(٤) سا : د هـ ا

(*) نظرية (٢٩) بطريقة فلك التدوير : في شكل (٧٨) عندما كان مركز التدوير عند د كان الكوكب عند ا ، ثم تحرك التدوير إلى ج وسار الكوكب إلى ب ، وكانت حركة التدوير بين نقطتي د ، ح عن طريق الأوج ر

زاوية الرؤية هي ع ط ل الواقعة بين خطي هـ ا ، هـ ب

، زاوية الوسط هي ل م ن المقابلة للقوس د ا ح

ل م ن = ع ط ل + ب هـ ح - ا هـ د

∴ ع ط ل - ل م ن = ا هـ د - ب هـ ح

∴ زاوية الرؤية - زاوية الوسط = الفرق بين التعديلين .

(٥) ب ، ف : مخالف

(٦) سا ، د : باق

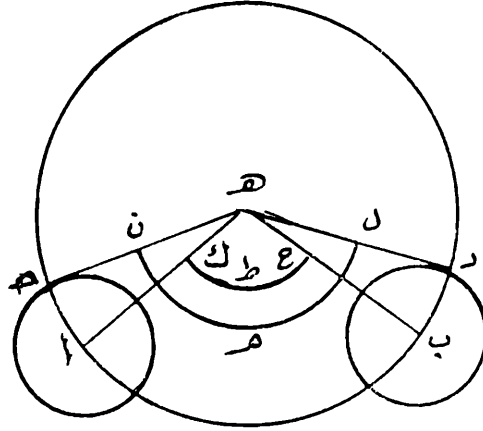
(٧) سا : زاوية

(٨) ب : بين السطرين (أعنى)

(٩) سا ، د : عن

(١٠) سا ، د : باق

زوايا أ ه ب (١) بعد علم (٢) ح ط ك بزائوتي د ه ب ، أ ه ج (٣) (***) مجموعتين
وبذلك يزيد العلم على العلم وبالحملة في أى الجانبين زاد بهما ينقص في الآخر وكذلك



شكل (٧٩)

في أصل الخروج (٤) زائوتا ر في جهة أ تنقصان (٥) عن زائوتي ه في جهة أ

(١) سا : ا ه -

(٢) ب : بين السطرين [أعنى]

(٣) سا : د ه ب ، ا ه -

(*) نظرية (٢٩) عندما يكون التعديان مختلفين فإن :

زاوية الرؤية - زاوية الوسط = مجموع التعديين

البرهان بطريقة فلك التدوير : في شكل (٧٩) كان مركز التدوير عند نقطة ا والكوكب عند -

ثم أصبح مركز التدوير عند نقطة ب والكوكب عند د

زاوية الرؤية هي ل م ن

وزاوية الوسط هي ح ط ك

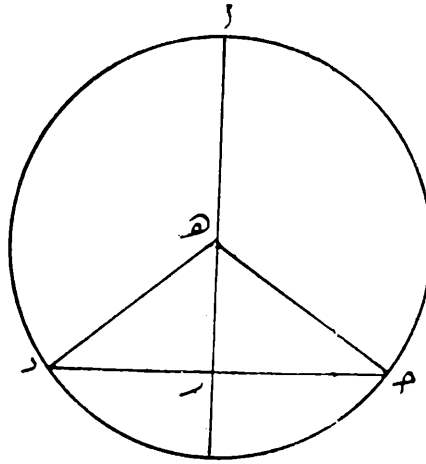
ل م ن - ح ط ك = ا ه - ب ه + د ه

∴ زاوية الرؤية - زاوية الوسط = مجموع التعديين

(٤) (في أصل الخروج) : غير موجود في سا

(٥) سا : ينقصان

بزوايتى ج، د مجموعتين (***) فإذا فهمنا هذه الأشياء فلنفهم حال التعديلات (١) في كل واحد (٢) من الكسوفات الثلاثة (٣) القديمة والمحدثة . ليكن خارج المركز (٤)



شكل (٨٠)

هـ ر ح (٥) على دوليكن مركز التدوير على هـ ولما كان المركز على هـ كان الكوكب على أ محذاء (كد ل) من الحوت ثم بعد الأدوار حصل المركز من طريق ح على ر وتحرك الكوكب من أ إلى الحضيض ثم إلى ب وحصل عند ب وحاذى (بمه) من الحوت (٦) فزاد التعديل كما علمت (٧) أدب (٨) ثم دار المركز من ر إلى هـ (٩) إلى ح وسار الكوكب من ب إلى أ حتى حصل عند ح (١٠) وحاذى (حيه) من السنبلة (١١) وكان (١٢) المركز ساريا في زوايا ر د ح عن قائمتين بعد القائمتين والمحقق ساريا

(***) نظرية (٢٩) بطريقة الخارج المركز : في شكل (٨٠) كان الكوكب عند ح ثم تحرك إلى نقطة د عن طريق أ

زاوية الرؤية هي ر أ + أ ر د

وزاوية الوسط هي ح هـ + هـ أ د

$$ح هـ + هـ أ د = ر أ + أ ر د + د ر د$$

$$= (ر أ + أ ر د) + (د ر د + د هـ ر د)$$

∴ زاوية الوسط - زاوية الرؤية = مجموع التعديلات

(١) سا البعد ثلاث (٢) سا ، د : واحدة

(٣) سا : غير موجود (٤) سا : مركز

(٥) سا : ر ح

(٦) ب : [السنبلة] وفوقها السطرين [الحوت]

(٧) د : [فزاد كما علمت تعديل] بدلا من [فزاد التعديل كما علمت]

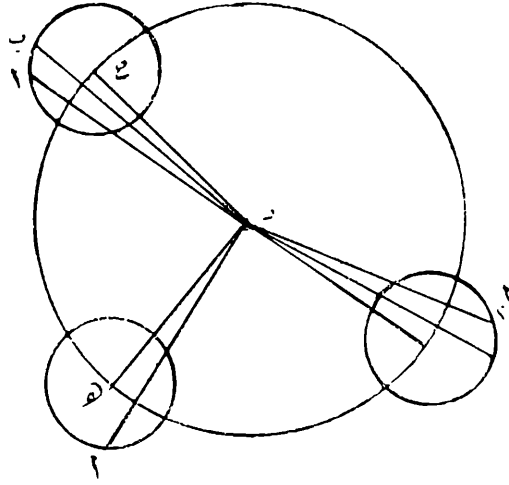
(٨) سا ، د : أ ب - و في أ : أ ب

(٩) [إلى هـ] : غير موجود في سا ، د (١٠) سا ع

(١١) ب : [الحوت] وفوقها بين السطرين [السنبلة]

(١٢) سا : وكان

في (١) زوايا ب د ح (٢) عن قائمتين (٣) بعد (٤) القائمتين وفضل المحقق بزواوية
ب در وفضل الوسط بزواوية (٥) ج د ح فتسقط (٦) زواوية ح د ب بزواوية
ح د ب بزواوية ر د ب تبقى فضلة الوسط وهو التعديل الناقص زواوية (٧) ب د ح (٨)
ولما كان قوس أ ح ب (٩) زائدة التعديل ومبلغه باعتبار تفاوت ما بين



ش س (٨١)

الوسط والمحقق (ح ك د) (١٠) يكون باقيها (١١) قوس أ ب ناقصة التعديل بهذا
القدر لما بيناه وتعديل قوس ب أ ج (١٢) ناقص (١٣) (ح ل ر) (١٤) بأقل من

(١) (ساريا في زوايا ر د ح عن قائمتين بعد القائمتين والمحقق ساريا في [: غير موجود في سا

(٢) ف : ح د - وفي سا : ح د ح

(٣) سا : القائمتين

(٤) [قائمتين بعد] : غير موجود في ف

(٥) [ح د ر وفضل الوسط بزواوية] : في هامش ح ، ف

(٦) ف : تسقط

(٧) [ح د ح فتسقط زواوية ح د ب بزواوية ر د ب تبقى فضلة الوسط وهو التعديل الناقص

زواوية] : غير موجود في سا - وفي ب : بزواوية

(٨) سا : ح د ح

(٩) سا : ح د ح

(١٠) سا : ح د ح

(١١) ف : يا فيها - وفي سا ، د : ما فيه

(١٢) سا : ح د ح

(١٣) في هامش ب : [ناقص بأقل من تعديل قوس ح د وهو ح ل ر الناقص فيجب]

(١٤) ف : ح د ر - وفي سا : غير موجود

تعديل قوس ب أب : أ ج (١) أعنى تعديل (٢) قوس أ ح ب (٣) وهو (ح ك د) (٤) الزائد فيجب أن يكون قوس أ ج ب (٥) زائد التعديل بقدر ما يفضل به التعديل الزائد على التعديل الناقص وهو (ب مر) (٦) وذلك لأن الكوكب إذا كان على أ ومركز التدوير على أى نقطة شئت وليكن على ر (٧) وكما هى بحالها فليس فى ذلك تفاوت فيكون المحقق ساريا فى الزوايا عن أ د ح والتدوير على ر والوسط ساريا فى الزوايا عن ر د ح وكان الفضل بينهما للمحقق زاوية أ د ح (٨) وهى فضل تعديل أ د ب (٩) على تعديل ب د ح (١٠) وبها (١١) المحقق على الوسط (*). ولنبين

(١) ف ب ا ح

(٢) [قوس ب ا ب : ا ح - أعنى تعديل] : غير موجود فى سا

(٣) سا : ا ح

(٤) سا : ا ح د

(٥) سا : ا ح

(٦) [وهو (ب مر)] : غير موجود فى سا

(٧) ف د

(٨) سا : ا ح د

(٩) سا : ا ح د

(١٠) ف ا ح د - وفى سا ب د ح

(١١) سا ، د : وبه

(*) فى شكل (٨١) نفرض ه ح خارج المركز ومركزه نقطة د ، وعندما كان مركز التدوير عند نقطة ه كان الكوكب عند ا ، ثم تحرك التدوير دورات كاملة عن طريق ح حتى وصل إلى ر حيث تحرك الكوكب عن طريق الحضيض حتى وصل إلى ب .
 .: التعديل فى هذه الحالة بالزيادة لأن نقطة ا تحركت عن طريق الحضيض والزيادة هى زاوية

٢ ا د ب

وبعد ذلك تحرك مركز التدوير من نقطة ر عن طريق ه إلى ح حيث تحرك الكوكب من نقطة ب عن طريق ا إلى ح

.: المركز كان يتحرك فى زوايا ر د ح زائدا عدة دورات

والمحقق كان يتحرك فى زوايا ب د ح زائدا عدة دورات

زاوية المركز أى الوسط ر د ح تزيد عن زاوية المحقق ب د ح بزاوية ب د ر أى أن المحقق ينقص من الوسط بزاوية ب د ر وهذه تماوى زاوية ح د ب ا ب وزاوية المحقق تزيد عن زاوية الوسط بزاوية ح د ح

.: زيادة المحقق عن الوسط = ح د ح - ب د ح - ا ب د ح = ا ب د ح

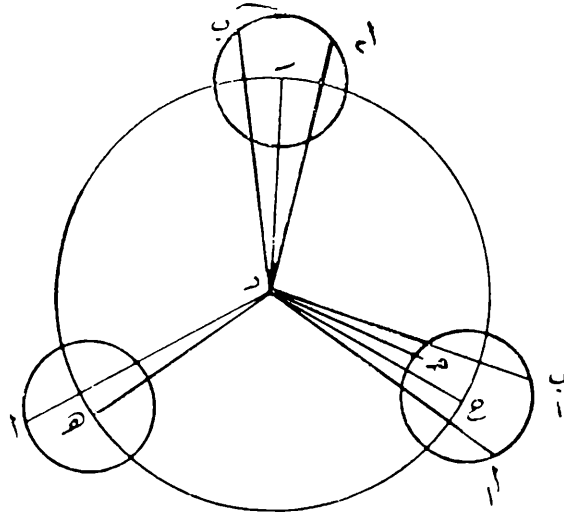
لكن القوس ا ب د ح = ا ب د ح - ا ب د ح = ا ب د ح

أى تمديلا زائدا = ٢٤ ' ٣ °

.: قوس ا ب د ح = ٣٦٠ - ا ب د ح - ا ب د ح = ٢٤ ' ٣ °

والقوس ا ب د ح = ا ب د ح - ا ب د ح = ا ب د ح

نظير هذه الأحوال في الكسوفات الثلاثة الأخرى ولتكن ه مكان مركز فلك (١) التنوير في الكسوف الأول وكان القمر على أ بجزاء (بحيه) (٢) من (٣) العقرب (٤) وقد سار المركز إلى ر من طريق ح فلما حصل المركز على ر حصل الكوكب على ب بجزاء (كه ط) (٦) من (٧) الحمل (٨) فيكون المركز فعل (٩) باقى زاوية ه در (١٠) والمحقق سار باقى (١١) زاوية أد ب (١٢) ينقص



شكل (١٢)

عن الوسط بمجموع زاويتي ر د ب، أ د ه ثم سار المركز من ر إلى ح وحصل الكوكب

وهذا الفرق أقل من فرق تعديل أ ب - أ ب أى أقل من أ ب بزاوية أ د ب = ٣٧' صفر°

∴ فرق تعديل أ ب - أ ب = ٢٤' ٣° - ٣٧' صفر° = ٤٧' ٢°

- (١) سا ، د : غير موجود
- (٢) ب ي - وفى سا د ب
- (٣) سا : ومن
- (٤) سا : الثور - وفى ب : بين السطرين [الثور]
- (٥) سا : قد
- (٦) ف كه نا - وفى سا كه
- (٧) سا : ومن
- (٨) سا : الميزان وفى ب بين السطرين : الميزان
- (٩) ف : غير واضح
- (١٠) سا : ه در و
- (١١) سا : [ساريا في] بدلا من [سار باقى]
- (١٢) سا : ا ب

على ح بجزاء (ك د هـ) من السنبلة (١) فيكون تحرك (٢) مجموع زاويتي هـ د ح ،
 رده (٣) والمحقق مجموع زاويتي ب د أ ، أ د ح (٤) يزيد على الوسط بزواية ب در
 وينقص بزواية ح د ح وهي بعض زاوية د ب ح أعني ب در فالفضل بينهما زاوية
 ب د ح وهو التعديل الزائد وكان التعديل الأول من مجموع زاويتي أ د هـ ، ر د ب
 أعني أ د ر ، ر د ب (٥) أعني أ د ب فيكون الفضل بين هذا (٦) التعديل
 والأول زاوية ح د أ وهي أيضا تعديل الزيادة وذلك لأننا لو توهمنا المركز يتحرك
 والكوكب يتحرك فلما حصل الكوكب على أ كان المركز حصل مثلاً على نقطة ط و : ط
 لا محالة إنما تقع حيث تكون نسبة زوايا قوس أ در عند المركز د إلى زوايا قوس
 أ ج ر (٧) اللتين (٨) قطعها التدوير والكوكب في مدة واحدة كنسبة زوايا السير
 من عند المركز (٩) في دورة واحدة أو لكل (١٠) قوسين بقدر أنهما في مدة واحدة
 فإن كان المركز (١١) سار لا أكثر من نصف دائرة بل لتكن ط حيث ر فيكون
 المركز سار زاوية ح در والمرئى زاوية ج د أ (١٢) تفضل على الوسط بزوايتي
 ج د ح ، ر د أ أعني ج أ د وإن سار أكثر من نصف دائرة حتى كان مثلاً على هـ
 فيكون الوسط مجموع زاويتي ح در ، ر د هـ (١٣) والمرئى يزيد (١٤) عليها بمثل

(١٤) [بجزاء (ك د هـ) من السنبلة] : غير موجود في سا

- (٢) سا : يحرك
 (٣) سا : هـ د ر هـ ، د ح
 (٤) سا : ب د أ ، أ د ح
 (٥) ف : أ د ب ، ر د ب
 (٦) سا : غير واضح
 (٧) سا : أ د ب
 (٨) ب ، سا : اللتان
 (٩) ب : المركزين
 (١٠) سا : لكل واحد
 (١١) سا : غير موجود
 (١٢) سا : ح د أ
 (١٣) سا : ح در : ر د هـ
 (١٤) ب : غير موجود

ما زاد (١) هناك بعينه* . ويتبين (٢) من هذا أن كل قوس زائدة التعديل إذا زاد بعضها من ذلك التعديل شيئاً فالباقي (٣) يزيد باقي التعديل وكان أيضاً قد بان أن كل قوس زائد التعديل إذا نقص بعضها من التعديل شيئاً فالباقي (٤) يزيد بالتعديل قدر ما به (٥) يفضل التعديل الزائد على الناقص ونقول الآن إن الأوج لا يجوز أن يكون إلا على قوس أب إذ (٦) كان قوس ب ج أ (٧) زائدة التعديل يبنى

(١) سا : نراد

(*) في شكل (٨٢) نعرض مركز التدوير نقطة هـ عند الكـ وف الأول بينهما كان القمر عند ا ، ثم تحرك المركز إلى نقطة ر عن طريق ح حيث أصبح الكوكب عند ب

∴ المركز سار زاوية قدرها ١٨٠ - هـ د ر

والمحقق سار زاوية ١٨٠ - ا د ب

∴ الوسط - المحقق = ا د ب - هـ د ر

= ر د ب + ا د هـ (١)

وبعد ذلك سار المركز من ر إلى ح حيث أصبح الكوكب عند ح

∴ المركز سار زاوية ر د هـ + هـ د ح

والمحقق سار زاوية ب د ا + ا د ح

∴ المحقق - الوسط = ب د ا + ا د ح - ر د هـ - هـ د ح

= ا د ح - هـ د ح -- (ر د هـ - ب د ا)

= ح د ح + ا د هـ - (ب د ر + ا د هـ)

= ح د ح - ب د ر

لكن زاوية ح د ح جزء من زاوية ب د ا ح (= ب د ر)

والفرق = ح د ح - ب د ا ح = ب د ا - ب د ر (٢)

لكن التعديل الأول من (١) = ا د هـ + ر د ب

= ا د ر + ر د ب

= ا د ب

∴ الفرق بين التعديلين = ا د ب - ب د ا = ا د ب - ا د ب - ر د ب

= - ر د ب

(٢) ف : ويتبين

(٣) ب ، ف : والباقي

(٤) ف : والباقي

(٥) سا : قدر ما - وف ب : قدر ما به

(٦) سا : إذا

(٧) سا : ب ح ا

قوس أب ناقصة التعديل بمثل مازادت (١) تلك وهذا مما يسهل (٢) تناوله مما سلف لك .

والآن نرجع (٣) إلى الكتاب (٤) فنقول إنه استعمل ثلاثة (٥) كسوفات قديمة وثلاثة كسوفات (٦) حديثة استخراج فيها (٧) بطريق الهندسة مسير القمر في الاختلافات (٨) ، فأما القديمة فالأول منها قد كانت (٩) الشمس في وسط زمانه (١٠) المعلوم المقدار والوقت بالاسكندرية بالحقيقة على ما يوجبه التاريخ في الحوت بالحقيقة (ك دل) ومعرفة هذا من التاريخ أنه كان مكتوبا بساعته (١١) ويومه وشهره وسنته بأرض بابل والطول بين أرض (١٢) بابل والاسكندرية معروف فساعة ذلك الكسوف بالاسكندرية معلومة فحصل وسط الشمس لتلك الساعة بالاسكندرية لأن قياسه (١٣) بالنسبة إلى الاسكندرية ثم قوم .

وأما الكسوف الثاني (١٤) فالشمس كانت في وسط زمانه (١٥) بحسب ذلك القياس على ثلاثة عشر (١٦) جزءا ونصف وربع الحوت فيكون الشمس والقمر (١٧) تحركا (١٨) بعد الأتوار التامة بثلاثمائة (١٩) وتسعة وأربعين جزءا وخمس عشرة (٢٠) دقيقة

| | | |
|-----------------|-----------|-------------------|
| (١) سا | ما زاد | (٢) ف : فمهل |
| (٣) سا ، د | فتر جمع | (٤) سا : غير واضح |
| (٥) سا ، د | ثلاث | |
| (٦) سا ، د | غير موجود | |
| (٧) سا ، د | منها | |
| (٨) سا ، د | الاختلاف | |
| (٩) سا | كان | |
| (١٠) سا | زمانها | |
| (١١) سا : | ساعته | |
| (١٢) سا ، د | غير موجود | |
| (١٣) سا ، د | قياساته | |
| (١٤) سا | الباقى | |
| (١٥) سا | زمانها | |
| (١٦) سا | غير واضح | |
| (١٧) سا | غير موجود | |
| (١٨) سا : | ك ك | |
| (١٩) ب ، سا ، د | ثلاثمائة | |
| (٢٠) سا ، د | وخمس عشرة | |

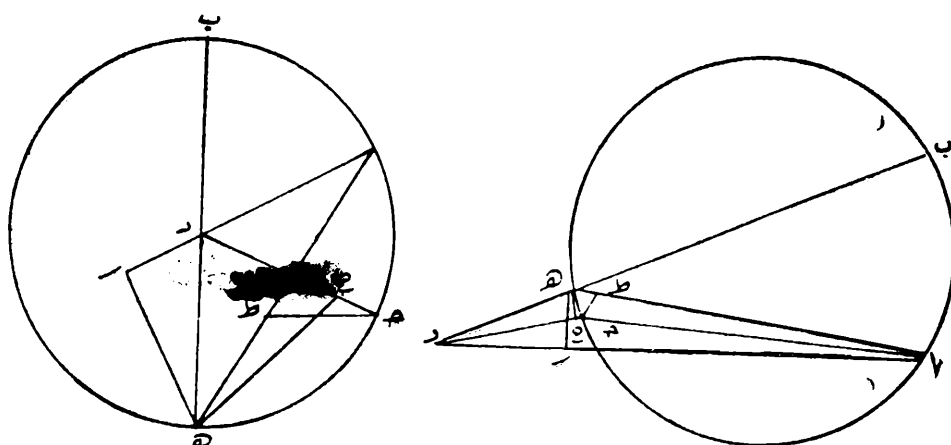
والمدة بينها بالتاريخ ثلاثمائة وأربعة وخمسين يوما ومن الساعات أما على الإطلاق فساعتان ونصف أو أما من المعدلات بحسب اختلاف الأيام بلياليها فساعتان (١) ونصف جزء من خمسة عشر (٢) جزءا (٢) من ساعة . وأما الكسوف الثالث فالشمس كانت في وسط زمانه (٤) على ثلاثة أجزاء وربع بالتقريب من السنبلة فيكون الفضلة مائة وتسعة وستين (٥) جزءا وثلاثين (٦) دقيقة وكانت المدة (٧) (قعو) يوما (٨) وعشرون (٩) ساعة ونصف (١٠) مطلقة ومن المعدلات عشرين ساعة وخمس ساعة (١١) فيجب (١٢) أن تكون المدة الأولى قد زادت في الاختلاف قوسا مقدارها (١٣) ثلاثمائة وستة أجزاء وخمس وعشرون (١٤) دقيقة على رأى أبرخس وفي الطول ثلاثمائة وخمسة وأربعون جزءا وإحدى وخمسون (١٥) دقيقة وإذا علم مقدار (١٦) قوس الزيادة المقومة (١٧) ومقدار القوس الوسطى والفضل المعلوم بالرصد بينها وهو (١٨) التعديل الذى بحسب القسى في أنفسها الذى إما أن يكون قدر تفاضل ما بين تعديل الدرجتين وإما مجموع تعديل الدرجتين على ماسلف منا بيانه على الأصيلين جميعا وإذا قايست من الموضع المعلوم بالرصد وبين الوسط الذى يجب في تلك المدة خرج قوس التعديل من فلك الروج (ج ك د) زائدة وفي المدة

-
- (١) سا ، د : ساعتان
(٢) سا : خمسة وعشرين
(٣) سا : غير موجود
(٤) سا : زمانه
(٥) سا ، د : وستون
(٦) سا ، د : وثلاثون
(٧) سا : غير موجود
(٨) سا : غير موجود .
(٩) سا : غير واضح
(١٠) سا : غير موجود
(١١) (وخمس ساعة) : غير موجود في سا
(١٢) سا ، د : فيجب إذن
(١٣) سا : مقدار
(١٤) سا ، د : وعشرين
(١٥) د : وخمسين
(١٦) سا : غير موجود
(١٧) ف : المقدمة
(١٨) سا : هو

الثانية تكون الفضلة في الاختلاف (قن كو) (١) وفي الطول (قع ر) والتعديل (لر) (٢) دقيقة ناقصة ورسم شكلا بين به جملة القوس التي يفصلها الخط الخارج من مركز البروج إما إلى نقطة (٣) القمر (٤) في فلك (٥) التدوير أو إلى نقطة القمر (٦) في الخارج المركز النقطتان (٧) منها اللتان تليان البعد الأبعد من نقط (٨) الكسوفات الثلاثة وتفضل على القوس المرسومة بالنقط الثلاثة قوسا وبين أن مركز فلك (٩) التدوير في أصل التدوير (١٠) غير واقع إلا خارجا عن وتر هذه (١١) القوس المفصولة ثم توصل من ذلك (١٢) إلى أن استخرج نسبة (١٣) نصفي قطري الموافق والتدوير بعد أن نعرف في (١٤) في ذلك الشكل بعينه نسبة الخط الخارج من البصر إلى القمر من (١٤) حيث يقطع التدوير إلى تمامه الذي هو الوتر « يا » فليكن فلك موافق المركز وعليه فلك تدوير على مافي أحد (١٥) الأصلين والشكلين أو فلك خارج المركز كما في الثاني وليكن أ مكان القمر عند وسط الكسوف الأول وسار بعد الأدوار من أ في جهة ج حتى عاد إلى ب (١٦) ثم سار من ب بعد الأدوار حتى كان في الكسوف الثالث عند جو : أ ج ب و : ب أ معلومان على أصول (١٧) أبرخس (١٨) الذي لا يؤثر الخلاف اليسير الذي يظهر فيها تأثيرا

-
- (١) سا قن لو
(٢) سا ، د سبع وثلاثون
(٣) ف : غير موجود
(٤) سا : القسم
(٥) ف : غير موجود
(٦) سا : القسم
(٧) في هامش ب : [يعني إما فلك التدوير أو الخارج]
(٨) ف ، سا ، د : نقطة
(٩) سا : غير موجود
(١٠) [في أصل التدوير] : في هامش ف
(١١) سا ، د : هذا
(١٢) سا : فلك
(١٣) ف : نسبة فضل
(١٤) سا ، د : غير موجود
(١٥) سا ، د : إحدى
(١٦) في هامش ب : [في الكسوف الثاني]
(١٧) سا ، د : أصل
(١٨) سا : أبرخس

في هذه المدة يعتد به (١) فإذا كان قوس أ ج (٢) زائدة التعديل بمقدار (٣)
 (ح كد) فبقية أ ب إلى تمام الدرر ناقصة التعديل (٤) بذلك المقدار (٥) وإذا
 كانت قوس ب أ ح ناقصة التعديل (ل ر) (٦) دقيقة فيكون قوس أ ج زائدة
 التعديل (٧) بقدر (٨) ما إذا (٩) أضيف قس (١٠). إلى ميلغ نقصان تعديل
 قوس ب أ هو (ح كد) كان (١١) الفضل (١٢) بينها (١٣) جميعا شيئا يسيرا
 وهو (ل ر) (١٤) دقيقة فهو (١٥) بالحملة ثلاثة أجزاء وأربع وعشرون دقيقة
 الا سبعا وثلاثين (١٦) دقيقة* .



شكل (٨٣)

(٢) سا ، ا ح ب

- | | |
|---------------|---------------------------------------|
| (١) سا : | غير واضح |
| (٣) ف : | مقدار |
| (٤) سا ، د : | غير موجود |
| (٥) سا ، هـ : | القدر |
| (٦) سا ، د : | بسبع وثلاثين |
| (٧) سا ، د : | زائد |
| (٨) سا : | بعد |
| (٩) سا ، د : | غير موجود |
| (١٠) ب : | في الهامش - وفي سا ، د : غير موجود |
| (١١) سا ، د : | بق - وفي هامش ب : [بق النقصان منها] |
| (١٢) سا ، د : | النقصان |
| (١٣) سا ، د : | منهما |
| (١٤) سا ، د : | سبع وثلاثون |
| (١٥) سا : | فهى |
| (١٦) سا ، د : | وثلاثون |

(*) هنا تكرر لما سبق شرحه عن شكل (٨١) أى دراسات عن بعض الكسوفات المعروفة باعتبار

فقد علمت كمية (١) هذا الشكل (٢) ومثل (٣) ذلك (٤) نسبته فيعلم (٥)
 بالحساب أن زيادة (٦) تعديل أ ج يكون جزئين (٧) وسبعا وأربعين دقيقة وأن (٨)
 هذا إذا زيد عليه سبعا (٩) وثلاثين (١٠) دقيقة بلغ ج كد ثم من البين أن الخفيض
 لا يكون على قوس ب أ ج إذ كانت (١١) قوس نقصان فهو إذن في البعد (١٢) الآخر
 فلنطلب مركز البروج وليكن (١٣) د فيقع في أصل التدوير خارجا وفي (١٤) أصل
 الخارج (١٥) داخلا وانصله بالنقط الثلاث كما في الشكلين بخطوط د ب ، ا د ح (١٦)
 ونخرج ب د في أصل الخارج إلى ه وفي أصل التدوير تكون (١٧) ه علامة تقاطع
 الأفلاك ونخط د ب (١٨) ومن ه على ج د عمود ه ج (١٩) وعلى أ د عمود (٢٠)

حانق فلك التدوير والخارج المركز. في شكل (٨٢) نفرض نقطة ا وسط الكسوف الأول ونقطة ب وسط
 الكسوف الثاني حيث وصل إليها القمر عن طريق ح ، وأخيرا نقطة د هي وسط الكسوف الثالث
 وقد ذكر إبراهيم أن القوسان ا ب ، ب ج ، ج د معنومان حيث قوس ا ب زائدة التعديل بمقدار
 $37^{\circ} 24'$ ، ا ب ج د بمقدار 37°

∴ القوس ا ب ج د = $360^{\circ} - 37^{\circ} - 24' = 299^{\circ} 11'$ ناقصة التعديل بمقدار $3^{\circ} 24'$
 ∴ القوس ا ب ج د زائدة التعديل بمقدار $3^{\circ} 24' - 37^{\circ} = 2^{\circ} 47'$

- (١) ب ، ف : لية
- (٢) سا ، د : بشكل
- (٣) سا ، د : مثل
- (٤) سا : لك
- (٥) ف : فعلم
- (٦) سا : غير موجود
- (٧) سا ، د : جزءان
- (٨) ب ، سا ، د : فإن
- (٩) ف ، سا ، د : سبع
- (١٠) ف : وثلاثون
- (١١) سا ، د : كان
- (١٢) ب : ألبعض
- (١٣) [وليكن د] : غير موجود في سا
- (١٤) سا : في
- (١٥) سا : خطوط
- (١٦) سا : د ب ، د ا
- (١٧) ف : يكون - وفي سا ، د : وتكون
- (١٨) في هامش ب : [ونصل ا ه ، ه د]
- (١٩) سا : عموده ج
- (٢٠) سا : عموده

ه ر ومن ج على أ ه (١) عمود ج ط وما يوتر (٢) ب أ في التدوير من فلك
البروج معلوم لأن القوسين يوتران زاوية واحدة (٣) وحى ج ك د فزاوية
ب د أ معلومة وفي الخارج أيضا ما يوترها (٤) من البروج وهو ما بين موضعى
الكسوفين (٥) معلوم فزاوية ب د أ معلومة وزاوية ر قائمة فزاويا (٦) مثلث
ر د ه معلومة النسبة (٧) وكذلك أضلاعه (٨) وزاوية ب ه أ (٩) معلومة
من قوس أ ب تبقى زاوية ه أ د (١٠) معلومة وزاوية ر قائمة فمثلث أ ه ر (١١)
معلوم نسب الأضلاع والزوايا ولأن قوس ب أ ج (١٢) معلومة فزاوية ب د ج
معلومة فزاوية ب د ج التى يوترها قوس التعديل في أصل التدوير معلومة وفي الخارج
من جهة البعد بين (١٣) المقومين نظيرتها (١٤) معلومة (١٥) تبقى د ه ح (١٦) هناك
معلومة أيضا و : ح قائمة فمثلث د ه ح (١٧) معلوم نسب الأضلاع والزوايا فإذا
نقصت زاوية ب ه ج (١٨) وزاوية ب د ج (١٩) المعلومتان (٢٠) بالقوس (٢١)

-
- (١) سا ه
(٢) سا : يؤثر
(٣) [لأن القوسين يوتران زاوية واحدة] : غير موجود في سا
(٤) سا ما يؤثره ب ا
(٥) سا : القوس - وفي هامش ب : [من القوس]
(٦) سا ، د : أضلاع
(٧) ف : بالنسبة
(٨) سا ، د : زوايا
(٩) سا ، : ب ه ا ، ر قوس ب ه ا
(١٠) سا : د ه ر
(١١) سا : د ه ر
(١٢) سا : ب ا د
(١٣) ف : البعدين
(١٤) ف : نظيرتها - وفي سا ، د : نظيرها
(١٥) سا ، د : معلوم
(١٦) سا : د ه ح - وفي هامش ب : د ه ح
(١٧) ب : بين السطرين : القائم الزاوية
(١٨) سا ، ف ، : د ب ه ا
(١٩) سا ، ف ، : د ب ه ا
(٢٠) ب : المعلومتين - وفي سا : المعلومين
(٢١) في هامش ب : أو بالمعكس في الخارج

ويزاوية (١) ج ه د باقى القائمة بقيت زاوية ه ج ح (٢) معلومة
 وزاوية ج ح ه (٣) قائمة (٤) فيكون (٥) مثلث ج ه ح (٦) القائم
 الزاوية معلوم نسب الأضلاع والزوايا وذلك فى الأصلين جميعا وكذلك (٧) نعلم (٨)
 عن قريب نسب الأضلاع وزوايا مثلثى ط ج ه ، أ ج ط (٩) ويكون
 خط ا ج معلوم النسبة إلى سائر الخطوط المعلومة (١٠) لكنه معلوم النسبة إلى قطر
 الدائرة لأن قوس أ ج معلومة فوترها أ ج معلوم النسبة إلى (١١) القطر فيصير خط
 ج ه معلوم النسبة إلى القطر أيضا فقوس ج ه معلومة فجميع قوس (١٢) أ ج ه (١٣)
 معلومة (١٤) فوتر ب ه معلوم ومعلوم النسبة إلى سائر الخطوط وخرج
 خط ب ه (قير) (١٥) جزء ا و : (لر) (١٦) دقيقة و : (لب) ثانية (١٧)
 من أجزاء القطر فهو (١٨) أصغر من القطر فقوس ا ج ه (١٩) أصغر من نصف

-
- (١) سا : وزاوية
 (٢) ف : ه ح
 (٣) ف : ه ح
 (٤) [بقيت زاوية ه ح معلومة وزاوية ه ح قائمة] : غير موجود فى سا
 (٥) سا : لكن
 (٦) (قائمة فيكون مثلث ه ح ح) : فى هامش ف - وفى سا : ه د ح
 (٧) سا : كذلك
 (٨) سا : يعلم
 (٩) فى هامش ب : [أما مثلث ط ه ه فزاوية ط ه ه والقائمة وضلع ه ه وأما مثلث
 ا ط ه فبضلع ا ه وهو الباقي من ا ه بعد ط ه وبضلع ه ط والقائمة]
 (١٠) سا : غير موجود
 (١١) [قطر الدائرة لأن قوس ا ه معلومة فوترها ا ه معلوم النسبة إلى] : غير موجود فى سا
 (١٢) سا : وتر
 (١٣) سا : ه ا ح ، د ه
 (١٤) سا : معلوم
 (١٥) سا ، ه : مائة وسبعة عشر
 (١٦) سا ، د : وسبعا وثلاثين
 (١٧) [و : (لب) ثانية] : غير موجود فى سا ، د
 (١٨) ف : وهو
 (١٩) سا : ه ا ه

دائرة فمركز فلك التدوير يقع (١) خارجا عن قوس (٢) أ ب هـ (٣)*

« يب » فليكن مركز فلك (٤) التدوير نقطة ك ويخرج د م ك (٥) إلى

ل و : ل (٦) أوج و : م حضيض و : د ب المعلوم في ده (٧) المعلوم مثل د ل (٨)

(١) ما : يرتفع (٢) [عن قوس] : غير موجود في ما

(٣) ما : ب ا هـ

(٥) تابع دراسة الكسوفات المعروفة : في الكسوفات الثلاث القديمة التي شرحناها سابقا تبين

أن الحضيض لا يقع على القوس ب ا هـ أى أن مركز التدوير أو مركز الخارج يقع خارج القطعة الصغرى ب ا هـ

ولتعيين القوس ب ا هـ ، لدينا في شكل (٨٣) الأواس ا ب ، ب ا هـ ، ا هـ معلومة والزوايا التي تقابلها عند مركز فلك البروج أى التعاديل وهى زوايا د ا ب ، د ا هـ وكذلك الزوايا التي تقابلها عند محيط التدوير أو عند محيط الخارج وهى زوايا ب ا هـ ، ا هـ د

نصل د فيقطع المحيط في نقطة هـ وننزل الأعمدة هـ على ا د ، هـ ط على ا هـ ، د ح على د هـ .
 .: زاوية د ا ب معلومة ، ب ا هـ معلومة

.: زاوية هـ ا د معلومة .: ا هـ د = ٩٠ - ا هـ د معلومة

ومن معرفة زاوية ب د هـ نعرف زاوية ح د هـ = ٩٠ - ب د هـ

ومن زاوية ح د هـ نجد ب د ح = ١٨٠ - ح د هـ

لكن ا هـ د + ا هـ د معلومة

.: ب د ح - (ا هـ د + ا هـ د) = ح د هـ معلومة

وبالمثل يمكن معرفة عناصر المثلثين ط ا هـ ، ا هـ ط

.: النسبة $\frac{ا هـ}{ا ب}$ يمكن تعيينها

لكن النسبة $\frac{ا هـ}{نصف قطر الدائرة}$ معلومة

.: $\frac{ا هـ}{نصف قطر الدائرة}$ تصبح معلومة

أى أنه يمكن إيجاد القوس ا هـ

.: القوس ا هـ وبالتالي القوس ب ا هـ معلومة

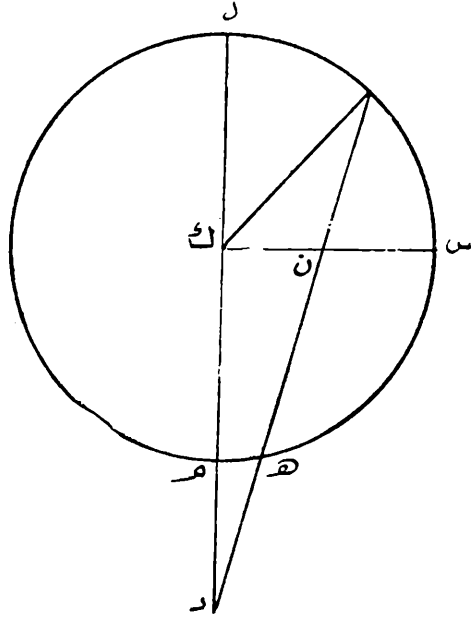
ومن أرماد الكسوفات الثلاث تبين أن القوس ب ا هـ أصغر من نصف دائرة

(٤) ما ، د : غير موجود (٥) ما : ل م ل

(٦) ما ، د : [ف : ل] (٧) ما : د ب

(٨) ف : د ل في د م

في د م لأن كل واحد منهما مساو لمربع المماس (١) لكنه إذا زيد على د ل
 في د م - ك م المعلوم في نفسه مما يعلم به كان ك د في نفسه معلوما و : ك د (٢)
 معلوم فيصير د ل معلوما أيضا وقد خرج بالحساب نسبة ك م إلى ك د (٣)
 كنسبة (ه ي) إلى (س) وليخرج (٤) من ك إلى ب ه عمود ك ن (٥) إلى
 س ينصف (٦) قوس ب ه ووتر ب ه فنعرف (٧) سريعا زوايا مثلث
 ك ن د (٨) من علمك بمقدار (٩) ك د ، ن د (١٠) وقائمة (١١) ن (١٢)



شكل (٨٤)

- (١) [لأن كل واحد منهما مساو لمربع المماس] : غير موجود في سا
- (٢) سا ، د : [ف : ك د]
- (٣) ف : ط د
- (٤) سا ، د : فليخرج
- (٥) ف ، سا ، د : ك ر
- (٦) سا : ينصف
- (٧) سا : فتصير
- (٨) ف ، سا ، د : ك ر د
- (٩) سا : مقدار
- (١٠) ف : ك د ، ي د - وفي سا : ك د ، ق د
- (١١) سا : زاوية قائمة
- (١٢) ف : ر - وفي سا : غير موجود

وكذلك زوايا مثلث ك ن ب (١) من معرفة (٢) ن ك ، ك ب (٣) وقائمة ن (٤) فنعرف (٥) زاويتي ك (٦) أعني جميع زاوية د ك ب وباقية ب ك ل فنعرف قوس ب ل (٧) ثم قوس م ه إلى تمام نصف (٨) الدائرة وخرج بالحساب قوس ب ل وهو بعد القمر عن الأوج في وسط الكسوف الثاني (يب كد (٩) وخرجت (١٠) زاوية ك د ب (نظ) (١١) دقيقة وهو مقدار ما يوتر (ل ب) (١٢) من فلك البروج فيظهر أن الوسط قد كان على (يد مد) (١٣) من السنبلة لما كان المعدل على ما قلنا (١٤) على (١٥) (يحه) من السنبلة (١٦) إذ كانت (١٧) الشمس على (يجحه من) الحوت (**). ثم استظهر باعتبار

-
- (١) ف : ل ر - وفي سا : ل ر
 (٢) في هامش ب : [وتر ل ر]
 (٣) ف : ر ل ، ل ب - وفي سا : ب ر ل
 (٤) سا : ر
 (٥) سا : فترف
 (٦) سا : د ل
 (٧) سا : د ل
 (٨) سا : غير موجود
 (٩) سا : يب ل
 (١٠) سا : [و : ح ع]
 (١١) ف : يط - وفي سا ، د : تسما وع مسين
 (١٢) سا ، د : ب
 (١٣) سا : ب د مد
 (١٤) سا ، د : ما قلناه
 (١٥) سا : غير موجود
 (١٦) في هامش ف : [لما كان المعدل على ب ه من السنبلة]
 (١٧) سا : كان
 (**) تعيين وسط القمر في الكسوف الثاني :

في شكل (٨٤) ب ل م ه التدوير ومركزه نقطة ك ، ومركز البروج نقطة د . وقد كان القمر عند نقطة ب في الكسوف الثاني حيث القوس ب ه كما اتضح لنا فيما سبق أصغر من نصف دائرة .
 نصل د ه ب ، د م ل وننزل العمود ل ن على د ه ونمده ليقابل المحيط في نقطة س .

$$د ب \times د ه = د ل \times د م$$

$$\therefore د ب \times د ه + د ل^2 = د ل^2 + د م^2$$

$$= د ل^2 + د م^2 - د ل^2 = د م^2$$

$$= د م^2 - د ل^2$$

$$= د ل^2$$

ثلاثة (١) كسوفات حديثة كان منزل الشمس في الأول منها على (يجه) (٢) من الثور والقمر في مقابلتها (٣) في العقرب والثاني على (كه ي) (٤) من الميزان والقمر في مقابلتها (٥) من الحمل وفي الثالث على (يله) (٦) من الحوت والقمر في مقابلتها (٧) من السنبلة (٨) وبين الكسوف الأول والثاني ستة مصرية و-ائة (٩) وستة وستون يوما ومن الساعات المعادلة ثلاث (١٠) وعشرون ساعة ونصف ونمن ساعة إذ (١١) كانت المطلقة ثلاثا (١٢) وعشرين (١٣) ساعة (١٤) ونصف (١٥) وربع ساعة والقوس الفاضلة (١٦)

لكن د ب . د ه معلومان وكذلك ل م نصف قطر التدوير

∴ يمكن معرفة قيمة د ل ومنه د ل

في المثلث القائم الزاوية ل ن د : ل د معلوم ، ن د = د ه + ه ب معلوم

∴ يمكن معرفة زاوية ن ل د

وبالمثل في المثلث ل ن ب نعرف زاوية ن ل ب

من ذلك يمكن معرفة زاوية د ل ب

ومنها نستنتج زاوية ب ل ل وهي بعد القمر عن الأوج في الكسوف الثاني

وكذلك نعرف زاوية ل د ب وهي التعديل وقد كانت = ٥٩'

ولما كانت الشمس في تلك اللحظة عند درجة ١٣' ٤٥° في برج الحوت

∴ وضع القمر المعدل (المرئي) كان على بعد ستة أبراج من موضع الشمس

أي أنه كان عند درجة ١٣' ٤٥° في برج السنبلة

∴ وسط القمر = الموضع المرئي + التعديل

$$= ١٣' ٤٥° + ٥٩' = ١٤' ٤٤° \text{ في برج السنبلة}$$

(١) سا : ثلاثة

(٢) ب : يح ٥٥

(٣) ف : مقابلها - وفي سا : مقابلته

(٤) سا : ل ي

(٥) سا : مقابلته

(٦) في هاش ب : يد يب

(٧) سا : مقابلته

(٨) [في العقرب والثاني على (ل ي) من الميزان والقمر في مقابلته من الحمل وفي الثالث على

(يد ه) من الحوت والقمر في مقابلته من السنبلة] : في هاش سا

(٩) سا : غير موجود (١٠) ف : ثلث - وفي سا ، د : ثلاثة

(١١) سا : وإذا (١٢) ب ، سا ، د : ثلاثة

(١٣) ب : وعشرون (١٤) سا ، د : غير موجود

(١٥) سا : وتوصفا (١٦) ف : الناضل

بالوسط (قسا نه) (١) وبين الثاني والثالث سنة (٢) واحدة مصرية (٣) ومائة (٤) وسبعة وثلاثون يوما ومن الساعات المعدلة خمس ساعات ونصف إذ (٥) كانت المستوية المطلقة خمس ساعات والقوس الفاضلة بالوسط (قلع نه) (٦) فيكون التعديل في الكسوف الثاني (ر م ب) ناقصا لأن وسط القمر في تلك المدة (قسط لر) بعد الدورات وهذا يزيد على المعدل (٧) كان بهذا القدر لكن (٨) فضلة قوس اختلافه بعد العودات (٩) يكون (في كا) (١٠) فيكون هذا المقدار يؤثر ذلك المقدار من التعديل من فلك البروج ويكون التعديل في الكسوف الثالث (١١) (أكا) زائدا لأن الوسط بعد الأدوار (قلر لد) (١٢) وهذا يزيد (١٣) على المعدل الذي كان هذا المقدار (١٤) ولأن القوس الباقية بعد الأدوار من مسير الاختلاف يكون في (١٥) هذه المدة (فالو) فيكون (١٦) هذا المقدار يؤثر (١٧) من فلك البروج هذا القدر من التعديل .

(١) سا ، د : قسا به

(٢) سا : سه

(٣) سا : مصرية

(٤) سا : غير موجود

(٥) سا : إذا

(٦) ف ، سا ، د : قلع به

(٧) في هامش ه : الذي

(٨) سا : ولكن

(٩) سا ، د : العود

(١٠) سا : ق ل ا

(١١) سا : غير موجود

(١٢) سا ، د : قلر لر

(١٣) سا : يريد

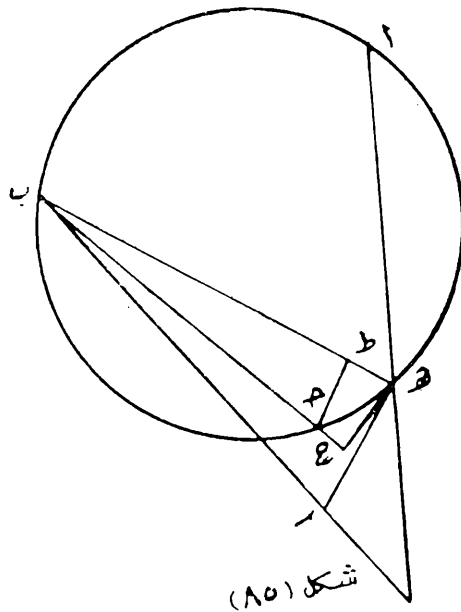
(١٤) سا ، د : القدر

(١٥) سا : غير موجود

(١٦) ف : يكون

(١٧) سا : يؤثر

« يح » فإذا عملنا لهذه الكسوفات الثلاثة شكلا كما عملنا للثلاثة الأول يتبين (١) من ذلك أن قوس a ب ج ه أعظم من نصف دائرة وأن مركز التدوير يقع فيها وذلك لأن نسب الخطوط والزوايا تعلم عن قريب فيظهر مقدار قوس ج ه : ب ج ،



ب ه ، ب أ وتبين (٢) من (٣) قبل ذلك أن الأوج في قوس ب أ وذلك لأن قوس
أ ب نقصت (ر م ب) وهى (فى كا) (٤) وقوس ب ج تزيد تعديل (ا كا)
وهى (فالو) فيجب أن تكون قوس ج ه أ تزيد (٥) الأجزاء الباقية (٦)
وهى (وكا) فقوس ب ج وقوس ج ه أ (٧) كل واحدة منهما قوس زيادة
فليس عليهما (٨) الأوج فيبقى على أ ب وخطأ ه خرج بالحساب (فح م ير) (٩) (*)

- (۱) ف ، سا ، د : تبیین

- (۲) ف : و بین

- (۳) سا : غیر موجود

- (۴) مسا : فی کا

- (۵) ما : یزید

- (٦) س.ا : باقية .

- (٧) [تزيد الأجزاء الباقية وهي (و كا) ففوس ٥ وقوس ٥ هـ ١] : في هامش ٥

- (۹) ما : علیہ

- (۱۰) سا ، د : مع م یر

- (*) دراسة كسوفات معاصرة لابن سينا : أخذ ابن سينا أرصاد ثلاث كسوفات قمرية معاصرة

له و ناقشها مثل ما ناقش الكسوفات الثلاث القديمة

بعد شكل الثلاثة (١) الكسوفات الأول على هذه الصورة مقدار خطك م من ك د وفرج بالحساب (ه يد) من (س) وقد يمكن أن يبين مقدار قوس أ ل بمثل ذلك الشكل (٢) على هذه الصورة وقد نخرج بالحساب (مه مع) (٣) فيبقى قوس أ ب (٤) وهو بعد القمر في الكسوف الثاني (٥) (سد ل ح) (٦) إذ كان قوس أ ب هي (ن ك) ويبقى زاوية ل د ب وهي إلى تنقص عن المسير الوسط (د ك) فقد كان وسط القمر (٧) عند ذلك على تسع (٨) وعشرين درجة (٩) وثلاثين دقيقة (١٠) من الحمل إذ كان حاصله على الحقيقة كان (كه ي) (١١) من الحمل وهي مثل أجزاء حاصل الشمس (١٢) من الميزان (١٣) (*).

(١) ب : الثلاث

(٢) سا : غير موجود

(٣) ف : مه ع

(٤) سا : ل ب

(٥) ف : والثاني

(٦) سا : سه ل ح

(٧) سا : الشمس

(٨) ب ، سا ، د : تسعة

(٩) سا ، د : جزءاً

(١٠) سا ، د : [ونصف] بدلا من [وثلاثين دقيقة]

(١١) ف : كدى

(١٢) ف : غير واضح

(١٣) [إذا كان حاصله على الحقيقة كان (كه ي) من الحمل وهي مثل أجزاء حاصل الشمس

من الميزان] : غير موجود في سا ، د

(*) تعيين وسط القمر عند الكسوف الثاني في شكل (٨٦) الشبيه بشكل (٨٤) فلك التدوير هو

ل ب م ، مركز البروج نقطة د ، والمستقيم د ا يقطع المحيط في نقطة ه ، والمستقيم د م ل ا يقطع المحيط في نقطة ب ، ومركز البروج د يقطع المحيط في نقطة الأوج ا والحضيض م .

ننزل العمود ل ن س على د ا ليقطعه في ن ويقطع المحيط في س

وباتباع نفس الخطوات السابقة استنتج ابن سينا أن :

وسط القمر في الكسوف الثاني كان عند ٣٠° ٢٩' من الحمل

فصل

في تصحيح حركات القمر المستوية في الطول وفي الاختلاف (١)

« يد » فإذا قد تبين هذا فلنصحيح وسط القمر واختلافه وذلك يسهل (٢)
 بأن نوجد المدة بين الكسوفات القديمة والحديثة مثلا (٣) بين الكسوف الثاني من القديمة
 وبين (٤) الكسوف الثاني (٥) من الحديثة فتكون المدة ثمانمائة (٦) سنة
 وأربعين (٧) وخمسين (٨) سنة مصرية وثلاثا (٩) وسبعين (١٠) يوما ومن
 الساعات (١١) المعدلة ثلاثا (١٢) وعشرين ساعة وثلاث (١٣) ساعة (١٤) لأنها
 من الاستوائية المطلقة ثلاثا (١٥) وعشرون ونصف وثلاث (١٦) وفي هذه المدة قد كان
 زاد على الأدوار في الطول (ركد مو) (١٧) وفي الاختلاف (م ب لا) (١٨)
 فوافق ما توجهه الأصول المتقدمة في الأول وخالف في الاختلاف (١٩) بفضل (٢٠)

-
- (١) [فصل في تصحيح حركات القمر المستوية في الطول وفي الاختلاف] : غير موجود في ب ، د
 (٢) سا : سهل
 (٣) ف : غير واضح
 (٤) سا : [و : س]
 (٥) [من القديمة وبين الكسوف الثاني] : في هامش ب
 (٦) ف : غير واضح
 (٧) سا : وأربعة
 (٨) سا ، د : وعشرين
 (٩) سا ، د : وثلاثة
 (١٠) سا : وتسعين
 (١١) ف : غير واضح
 (١٢) ب : ثلاث - وفي سا ، د : ثلاثة
 (١٣) سا ، د : وثلاثا
 (١٤) ب . سا ، د : غير موجود
 (١٥) ف : غير واضح - وفي سا ، د : ثلاثة
 (١٦) [ونصف وثلاث] : غير موجود في سا ، د
 (١٧) سا : ركد مو
 (١٨) ف : يب لا - وفي سا ، د : يا يد
 (١٩) في هامش ب : [إذا هو أنقص تسعة عشر]
 (٢٠) سا ، د : أنقص

سبع عشرة (١) دقيقة فإذا قسم على أيام المدة المذكورة خرج حصة ما يصيب (٢) اليوم (٣) الواحد زمن مسير (٤) الاختلاف مما يجب أن ينقص عنه إحدى عشرة (٥) رابعة وستا (٦) وأربعين خامسة وتسعا (٧) وثلاثين سادسة فيبقى لليوم الواحد (لح د تح نو نر نا نط) (٨)

فصل (٩)

في حاصل حركات القمر المستوية في الطول والاختلاف (١٠)
ثم قد (١١) قيد الحاصل لتاريخ بخت نصر (١٢) بأن عرف التاريخ بينه وبين الكسوف الثاني من القديمة على مثال ما فعل بالشمس (١٣) .

فصل

في تصحيح مجازات القمر في العرض وحاصلها (١٤)
ثم انتقل إلى بيان أمر العرض فقال إنه قد كان يعرض لنا في أمر عرض القمر خطأ لا تبا عثار أي (١٥)

-
- (١) ح : سبعة عشر - وفي سا : تسعة عشر
(٢) سا : ما نصيب
(٣) ف : غير موجود
(٤) سا : بين السطرين
(٥) سا ، د : عشر
(٦) ب ، سا ، د : وستة
(٧) ب : وتسع
(٨) ف : يح ح يوير يايط - وفي سا ، د : الح ذ ل موير يايط
(٩) ف : في الهامش
(١٠) [فصل في حاصل حركات القمر المستوية في الطول والاختلاف] : غير موجود في سا ، ح
(١١) ف : في الهامش
(١٢) ب ، سا ، د : بختنصر
(١٣) سا ، د : للشمس
(١٤) [فصل في تصحيح مجازات للقمر في العرض وحاصلها] : غير موجود في سا ، د
(١٥) سا : أمر

إبرخس إذ كان من رأيه أن القمر يمسح فلكه الخاص به ستمائة وخمسين مرة بالتقريب
ويمسح دائرة الظل التي تلى البعد الأوسط في الانصافين مرتين ونصفاً وكنه (١) إذا
فرضنا ذلك وعرفنا (٢) مقدار العرض أمكننا أن نحكم بمقادير الكسوفات الجزئية
بأن نتعرف الحدود التي إذا جاوزها القمر دخل في الكسوف في معرفتنا ذلك قال
وكنا نتوصل من ذلك إلى أن نستخرج وسط حركاته في العرض بأن نتعرف مقدار
الكسوفات (٣) في وسط زمانه فنعرف عرضه في وسط زمان ذلك الكسوف عند
عقدة معينة ثم نستخرج مسير العرض بأن نأخذ مدة ما بين (٤) كسوفات متساوية
الإظام معلومة العروض بسبب قدر الإنلام معلومة الطول فنستخرج (٥)
بالطريق (٦) الذي أشرنا إليه من استخراج فضل التعديل من المسير المعدل المرصود ومسيرة
الوسط فكنا نعرف الحاصل في العرض بالوسط والقوس الفاضلة بعد الأدوار قال
وأما الآن فقد استعملنا طرقاً أعظم وأشرف من تلك بها غنية عن استعمال تلك الأصول
فلما توصلنا بها (٧) إلى (٨) تحقق الوسط في العرض بأن لنا من ذلك ما كنا نريده (٩)
فعدنا وأصلحنا (١٠) المسير في العرض الذي كان معنا وعدنا من ذلك فأصلحنا (١١)
تلك الأصول ووقفنا على فسادها وأما الطريق الذي سلكناه فهو (١٢) أنا (١٣) نأخذ
مدة ما بين (١٤) كسوفات متشابهة في مقدار الإظام وفي زمان (١٥) المكث وفي

(١) سا ، د : قلنا

(٢) سا ، د : وعرف

(٣) سا ، د : الكسوف

(٤) سا : بين

(٥) سا : فلستخرج

(٦) ف : بالطرق

(٧) سا : غير موجود

(٨) سا ، د : أن

(٩) سا ، د : نعتده

(١٠) ف : فأصلحنا

(١١) ب ، سا ، د : وأصلحنا

(١٢) سا ، د : غير موجود

(١٣) سا ، د : فأنا

(١٤) سا : بين

(١٥) سا ، د : زمن

الجهة (١) فإن قدرنا أن نأخذها (٢) عند عقدة . احدة فعلنا وإلا أخذناها (٣) عند عقدتين ونحن نعلم أنه إذا كان الكسوف بهذه الصفات يكون قد عاد القمر إلى (٤) عرضه بعينه لأنه لا يمكن (٥) أن تتشابه (٦) الكسوفات (٧) إلا والدخول في الظل بقدر واحد إلا أن يكون أحد الكسوفين والقمر في موضع من الظل أقرب إلى الأرض فتكون دائرة الظل هناك أوسع وفي الآخر بخلاف ذلك فإنه إذا كان كذلك انكسف ذاك (٨) المقدار من الانكساف في الأقرب (٩) منها وعرضه أي (١٠) بعده عن فلك البروج ذلك العرض ولم ينكسف من الثاني الأبعد إلا (١١) إذا صار عرضه أقل لكن إذا اتفق أن يكون مثل هذا لم يكن زمانا (١٢) المكث متساويين (١٣) ولا (١٤) زمانا (١٥) ما بين الابتداء والانجلاء فإذا تساوى الزمانان (١٦) مع تشابه الإطلام علم أن الكسوفين كانا عند قطع (١٧) واحد بعينه بالتقريب فكانا عند عرض واحد بعينه قال وأحد الاعتبار التي اعتبرناها كان لنا من كسوفين متشابهين عند عقدة واحدة في (١٨) جهة (١٩) واحدة أما العقدة فالذنب وأما الجهة فالجنوب (٢٠) وأما المقدار فسدس القطر وهو أصبعان الأول منها مرصود ببابل

(٢) ف : نأخذ

- (١) سا : الجهة
(٢) سا ، د : أخذنا
(٣) سا : فك
(٤) سا ، د : قد
(٥) سا : يتشابه
(٦) سا : الكسوفات
(٧) سا : وذلك
(٨) ف : الأرض
(٩) سا : إلى
(١٠) ف : غير موجود
(١١) سا : زمان
(١٢) سا : متساويا
(١٣) سا : لا
(١٤) سا : زمان
(١٥) سا : الزمان
(١٦) ب : القطع
(١٧) سا ، د : غير موجود
(١٨) سا ، د : وجهة
(١٩) سا : فالجنوب أي إلى الجنوب

والثاني (١) مرصود بالأسكندرية وأما المدة بينهما فستمائة وخمسة (٢) عشرة (٣) سنة مصرية ومائة وثلاثة وثلاثون يوماً وإحدى (٤) وعشرون ساعة ونصف وثلاث من ساعات الاستواء وأما البعد فقد كان في كل واحد منهما قريباً من الوسط فإنه قد استخرج من التاريخ ومن الحاصل أن بعد القمر عن أوج التدوير كان في الأول منهما (ق يط) وفي الثاني بعده من الأوج في (٥) الجهة الأخرى (ر نايح) (٦) وكان مكانه المعدل في الأول أنقص من الوسط بخمسة أجزاء وفي الثاني أزيد بأربعة أجزاء وثلاث (٧) وخمسين دقيقة وقد عاد إلى عرضه بالمعدل وأما الوسط (٨) فقد نقص عن تمام دائرة واحدة بمجموع التعديلين وهو تسعة أجزاء وثلاث (٩) وخمسون دقيقة وعلى أصول أبرخس يجب أن يكون التعديلان (١٠) في هذه المدة من الزمان أزيد من هذا المقدار بتسع دقائق حتى يكون مجموعها عشرة أجزاء وقريباً (١١) من دقيقتين فيكون مسير العرض على أصوله أنقص مما وجد بطلميوس وقسم (١٢) بطلميوس هذه التسعة الدقائق على أيام المدة وزاد خمسة يوم واحد من المسير الأوسط (١٣) في العرض ليوم واحد على ما كتبه (١٤) أبرخس ليوم ومبلغ (١٥) هذه الزيادة (١٦) ح ل ط ي ح (١٧) فإذا زيد هذا (١٧) على ما قبل صار وسط

- (۱) سا ، د : والآخِر
 (۲) ب ، سا ، د : وخبرة
 (۳) سا ، د : عشر
 (۴) ب : واحد
 (۵) ب ، سا ، د : من
 (۶) ف : ديا يح - وفي سا : رياء يح
 (۷) ب ، سا ، د : وثلاثة
 (۸) سا : بالوسط
 (۹) ب ، سا ، د : وثلاثة
 (۱۰) ف : التمديدات
 (۱۱) ف : قريبا
 (۱۲) سا ، د : فقدم
 (۱۳) ب ، سا ، د : الوسط
 (۱۴) سا : غير واضح
 (۱۵) سا : مبلغ
 (۱۶) سا ، د : ح ح ح ح ح ح ح لطيح .
 (۱۷) سا : غير موجود .

العرض (يح يح ، لط مع نو لـ) (١) واستظهر بطلميوس بكسوفين آخرين اتفقا في كل شيء إلا أن أحدهما كان عند (٢) عقدة غير التي كان فيها الآخر أولهما أحد الكسوفات القديمة الثلاثة البابلية وكان (٣) عند الرأس والآخر (٤) عند الذنب وكلاهما جنوبيان أى الإظلام إلى الجنوب فيه (٥) في (٦) التقدير (٧) ربع القطر وهو ثلاث (٨) أصابع « به » ورسم (٩) لمعرفة (١٠) ذلك شكلا بأن عمل دائرة أ ب ج (١١) للمائل وقطرها (١٢) أ ج و : أ (١٣) هو الرأس ، ج هو الذنب والنهاية الشمالية ب والقمر في الكسوف الأول منهما (١٤) على د لأنه إذا كان الكسوف في جهة الجنوب يكون مركز القمر من فلك البروج إلى جهة (١٥) الشمال والثاني منهما على ه ولا محالة أن أ د ، ج ه (١٦) متساويان وإن لم يعلما بعد وإذا حسب من التاريخ الذى للتحصيلات وعلم وسط القمر فيهما في الطول واختلافه أوجب اختلاف أنه كان في الأول منهما بعده من الأوج في التدوير (يب كد) فعلم أن تعديله كم هو أن مقامه المعدل (١٧) كان أقل من الوسط بتسع (١٨) وخمسين دقيقة وهى

(١) ف : يح يح مه لط مع لولر - وف : سا : يح يح مه لط مع لولر

(٢) سا : ف :

(٣) سا ، د : وكانت

(٤) سا : والأخرى

(٥) سا ، د : غير موجود

(٦) سا ، د : وف :

(٧) سا ، د : المقدار

(٨) ب ، سا ، د : ثلاثة

(٩) سا ، د : قدم

(١٠) سا : بمعرفة

(١١) سا : أ ب ج

(١٢) سا : وقطر

(١٣) ف : [أ - و : أ]

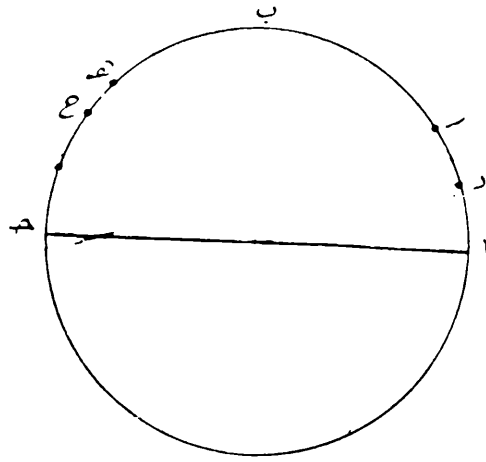
(١٤) سا : منها

(١٥) سا ، د : غير موجود

(١٦) سا ، د : أ د ، أ ه

(١٧) سا : غير موجود

(١٨) سا : بأقل من تسع



شكل (٨٧)

تعديله أيضا وكان (١) بعده من الأوج في الثاني (ب مد) فكان تعديله ناقصا أيضا (٢) بثلاث (٣) عشرة (٤) دقيقة فليكن وسط القمر في الأول منها نقطة ر حتى يكون د ر (٥) تعديلا ناقصا وفي الثاني عند نقطة ح حتى يكون د ح تعديلا ناقصا أيضا (٦) وهما معلوما القدر ولما كانت المدة بين الكسوفين معلومة وهي مائتا (٧) سنة وثمان عشرة (٨) سنة مصرية وتلاثمائة وتسعة (٩) أيام وثلاث (١٠) وعشرين ساعة (١١) وجزء من اثني عشر جزوا من ساعة استوائية فتكون القوس الفاصلة على الأدوار في سير القمر الدوري الطولاني بالوسط معلومة وهي قوس ر ح (١٢) ونخرج بالحساب

(١) سا ، د : فكان

(٢) سا ، د : غير موجود

(٣) ب ، سا ، د : بثلاثة

(٤) سا ، د : عشر

(٥) سا : د ر ١

(٦) سا ، د : غير موجود

(٧) ب : مائتي

(٨) سا : د : وثمان عشر

(٩) سا : وسبعة

(١٠) ب : وثلاثا

(١١) [معلومة وهي مائتا سنة وثمان عشر سنة مصرية وثلاثمائة وسبعة أيام وثلاث وعشرين

ساعة] : في هامش سا

(١٢) سا ، د : ر ح معلومة

مائة وستون (١) جزءاً وأربع (٢) دقائق نزيد (٣) عليه تعديل الكسوف الأول وننقص منه تعديل الكسوف الثاني فما اجتمع حتى يكون قوس د ه معلومة فما اجتمع نقصه (٤) من نصف دائرة فما بقي فنصفه (٥) فيكون أحد نصفيه قوس أ د والثاني قوس ج ه إذ (٦) كان البعد عن العقدتين واحداً ويخرجان بالحساب (ط له) (*)

(١) ف : وستين

(٢) سا : ورربع

(٣) سا ، د : فنزيد

(٤) ف : غير موجود

(٥) سا : ننصفه

(٦) سا : إذا

(*) تعيين بعد القمر عن العقدة عند الكسوف : ذكر ابن سينا أن بطليموس اختار لذلك كسوفان متشابهان أحدهما قديم والآخر معاصر وكان موضع الأول بالمقرب من الرأس والثاني بالمقرب من الذنب وهما متشابهان في جميع عناصر الكسوف ، وكان الجزء المظلم في وسط الكسوف في كل منهما ناحيه الجنوب نفى شكل (٨٧) ليكون ه ه دائرة المائل أى التى تمثل مسار القمر مائلا على البروج ، وليكن نقطتا ه ه ، ه الرأس والذنب ، ونقطة ه ه هى النهاية الشمالية .

• الجزء المظلم كان في اتجاه الجنوب

• الشمس كانت إلى الجنوب أى أن القمر في الحالتين كان إلى الشمال .

نفرض موضعا القمر ك ه د ، ه

• ه د = ه ه

المطلوب تعيين قيمة ه د أو ه ه

من تاريخ حاصل القمر في كل كسوف (أى حصوله في وسط الكسوف) يمكن معرفة وسط القمر في طول (Mean Longitude) . وكذلك زاوية الاختلاف وبالتالي بعده عن الأوج في التدوير وكانت النتيجة :

البعد عن الأوج في الكسوف الأول = ١٢ ' ٢٤ °

التعديل في هذا الموضع = - ٥٩ ' °

البعد عن الأوج في الكسوف الثاني = ٢ ' ٤٤ °

التعديل في هذا الموضع = - ٣ ' °

• نقطتا د ، ه هما الموضعان المرئيان (أو المقومان) فلنفرض أن الموضعين الأوسطين هما

ر ، ح حيث ر خارج ه د ، ح واقعة على ه ه حتى يكون التعديلان ناقصين

وحيث د ر = ٥٩ ' ، ه ح = ١٣ ' °

والآن من تاريخي الكسوفين يمكن إيجاد القوس ر ح وهى الفرق بين الموضعين الأوسطين

ساعة يوم سنة

٢٣ ١/٢ = ٢٠٩ ٢١٨

ويعلم قوساً أ ر ، ح اللذان (١) للوسط (٢) فيهما جميعاً ويعلم بعدهما من النهاية الشمالية ونقطة الوسط واستخرج من ذلك حاصل القمر في عرضه لتاريخ يختصر (٣) ثم وضع (٤) جدولاً للتعديل الأول تتفاضل فيه الدرج من الاختلاف بست درج (٥) ست درج وثلاث درج ثلاث درج في صفين (٦) ووضع بإزائها من الفضل كما وضع للشمس ثم وضع (٧) في الصف الثالث أجزاء التعديل للزيادة والنقصان على أنه (٨) كم يخص درجة من التعديل في كل ما بين ست درج والأمر في أنه متى يجب أن يزداد أو ينقص (٩) التعديل ظاهر .

فصل

في أن الخلاف الذي وقع لإبرخس في مقدار الاختلاف لم يكن من الأصول التي عمل عليها بل من الحساب (١٠) ثم أخذ يبين السبب في الخطأ الذي (١١) وقع (١٢)

| ثانية | دقيقة | ساعة | يوم |
|--|-------|------|-------------------------|
| ٣٠,٢ | ٤٤ | ١٢ | ٢٧ = ٠٠١٣ - ٢٧,٥٣٠٩ يوم |
| ∴ الحركة الوسطى للقمر في اليوم = ١٣٧٤ ١٣,٠٧٦٢ ° | | | |
| ∴ الفترة بين الكسوفين تغطي ٢٩٠,٣ دورة كاملة + ١٦٠,٠٦٦٧ ° | | | |
| ∴ القوس ر ح = ١٦٠,٠٦٦٧ ° = ١٦٠ ° ٤' | | | |
| لكن د ح = ر ح + د ر - ح = ١٦٠ ° ٤' + ١٦٠ ° ٥٩' - ١٢' - ١٦٠ ° ٥٠' = ١٦٠ ° ١١' | | | |
| ∴ ا د - د ح = ١٨٠ - ١١ = ١٦٩ ∴ ١٦٩ / ٢ = ٨٤ ° ٣٥' = ٩ ° ٣٥' | | | |

(١) ب ، سا ، د : اللذين

(٢) سا : الوسط (٣) ف : بخت نصر

(٤) [ونقطة الوسط واستخرج من ذلك حاصل القمر في عرضه لتاريخ يختصر ثم وضع] :

غير موجود في سا

(٥) [بست درج] : في هامش ف

(٦) [وثلاث درج ثلاث درج في صفين] : غير موجود في سا

(٧) سا : يضع

(٨) [على أنه] : في هامش ف

(٩) سا : وينقص

(١٠) [فصل في أن الخلاف الذي وقع لإبرخس في مقدار الاختلاف لم يكن من الأصول التي

عمل عليها بل من الحساب] : غير موجود في سا ، د

(١١) ب : غير موجود

(١٢) ب : الواقع

لأبرخس (١) في مقدار سير الاختلاف وفي مقدار نسبة نصف قطر التدوير إلى نصف قطر الحامل إذ كان على أصله يجب أن تكون النسبة على أصل الخروج نسبة سنة (٢) وربع إلى ستين (٣) وفي أصل التدوير نسبة أربع درج وست (٤) وأربعين دقيقة إلى ستين فتختلف لذلك غاية التعديل (٥) لأنه في الأول يبلغ (هـ مط) وفي الثاني (دلد) والذي يحقق على مذهب بطليموس فيها جميعا أن النسبة نسبة (هـ به) (٦) إلى (س) وغاية الفصل خمسة أجزاء (٧) وذكر (٨) أن ذلك لم يقع له من جهة الخطأ في الأصول بل من الخطأ في الحساب ثم يبين وجهه ذلك وقال (٩) إنه لم يلزم أمرا واحدا (١٠) بل أموراً مختلفة وكسوفات وقع فيها الخطأ إما في نفس الرصد وإما في مدة التحصيل والتاريخ قال فمن ذلك ثلاث (١١) كسوفات محمولة (١٢) من بابل أخذها أبرخس وعمل عليها وأخذ (١٣) أولها وعرف تاريخه ومدة ما بينه وبين تاريخ التحصيلات والزمان الذي يختلف به بابل والألكندرية حتى نعلم أنه متى كان وسطه بالألكندرية وعدل الساعات فعرف من ذلك موضعه الوسط والمعدل وفعل كذلك بالكسوف الثاني من تحصيل العدة بينهما وكذلك فعل بالثالث فوجد أبرخس (١٤) عرض له الغلط في ساعات المدة بين الكسوف الأول والثاني إذ كانت في التحقيق زائدة على عدة الأيام (١٥) بثلاثة أخماس ساعة (١٦) وأخذ (١٧) أبرخس

-
- (١) سا : لانرجس .
(٢) ف : ستين
(٣) ف : ستين
(٤) سا ، د : وستة
(٥) سا : للتعديل
(٦) سا : د ورم
(٧) سا : غير موجود
(٨) سا : فذكر
(٩) سا : قال
(١٠) في هامش ب : [لم يكن من أمر واحد بل أمور مختلفة]
(١١) سا ، د : ثلاثة
(١٢) ف : محمولة بل
(١٣) سا : واحدا
(١٤) سا : انرجس
(١٥) في هامش ب : [بنصف وربع شيء وأخذ إبرخس أنها زائدة بثلاثة أخماس وأما مسير الشمس] .
(١٦) سا ، د : [بنصف وربع شيء] بدلا من [بثلاثة أخماس ساعة]
(١٧) ف : واحد

أنها زائدة بنصف وربع ساعة (١) بمسير (٢) الشمس وكانت القوس الزائدة في التحقيق (تعمد كح) (٣) وعند أبرخس (٤) (قعب يب ل) (٥) وكذلك (٦) عرض له الغلط في ساعات المدة بين الثاني والثالث إذ كانت في التحقيق زائدة بماعتين وعند أبرخس (٧) بساعة وثلثين وأما القوس الزائدة فكانت عند التحقيق (قعه مد) وعند أبرخس (قعه رن) (٨) ثم تعقب حال كسوفات ثلاثة أخرى اعتبرها أبرخس وذكر أنها رصدت بأسكندرية (٩) مثل ذلك الاعتبار ووجد (١٠) المدة بين الأول والثاني في التحقيق مائة وثمانية (١١) وسبعين يوما وست ساعات ونصفًا وثلثًا (١٢) مستوية ومن أجزاء مسير الشمس (قعب يا) (١٣) وعند أبرخس (١٤) المدة مائة وثمانية (١٥) وسبعون (١٦) يوما وست ساعات ومن الأجزاء (١٧) (قف ك) ووجد المدة بين الثاني والثالث في التحقيق مائة وستة وسبعين (١٨) يوما وخمسي (١٩) ساعة وأجزاء قوس الزيادة (قسح نه) (٢٠) وعند أبرخس المدة مائة وستة وسبعون (٢١) يوما وساعة وثلث (٢٢) استوائية والأجزاء (قسح لح) (٢٣) فهذا السبب ما وقع له الغلط (٢٤) .

-
- (١) سا ، د : [بثلاثة أخماس] بدلا من [بنصف وربع ساعة]
(٢) سا : لمسير (٣) سا : قعب يب ن
(٤) سا : انرجس (٥) سا : قعب كح
(٦) سا : ولذلك (٧) سا : انرجس
(٨) ف : قعه زر - وفي سا : قعه رد
(٩) سا ، د : بالإسكندرية (١٠) سا : فوجد
(١١) ف : غير واضح (١٢) سا ، د : ونصف وثلث
(١٣) ف ، سا ، د : قف يا
(١٤) سا : انرجس
(١٥) ف : غير واضح
(١٦) سا : وتسعون - وفي هامش ب : [وتسعون]
(١٧) سا : الآخر .
(١٨) سا : وتضمن
(١٩) سا : وخمس
(٢٠) ف : قسح يه - وفي سا : قسح يح
(٢١) في هامش ب [وتسعون] - وفي سا : غير واضح
(٢٢) سا : غير موجود
(٢٣) سا : قسح يه
(٢٤) سا ، د : والله تعالى الملهم الصواب وهو المشكور على السداد

المقالة الخامسة

في تحقيق أحوال القمر

المقالة الخامسة (١)

في تحقيق أحوال القمر

فصل (٢)

في صفة آلة تقاس بها الكواكب (٣)

قال الذي يحتاج إليه في تحقيق أحوال القمر لاتصالاته من (٤) المقارنة والمقابلة وأوقات الكسوفات هو التعديل الأول فإن التعديل الأول ومعرفته كافية (٥) في ذلك وأما في سائر التسييرات الجزئية فلا يكتفى بذلك فإنه سيظهر أن له اختلافا ثانياً ويجب أن نعرف أولاً حال صنعة الآلات (٦) التي لابد منها في رصد الهيئة وصنعها (٧) تتخذ (٨) حلقتان متساويتان متشابهتان في الصنعة يحيط بها أربعة سطوح مستوية جدا وتركبهما على القطر وتجعل إحداها مكان (٩) دائرة (١٠) نصف النهار والأخرى مكان دائرة البروج ولنطلب على دائرة نصف النهار (١١) قطب دائرة البروج وذلك سهل (١٢) لأننا (١٣) نأخذ من حلقة دائرة البروج على الحلقة ربع دائرة من (١٤)

(١) [المقالة الخامسة] : غير موجود في ف ، سا ، د - ويوجد في ب بدلا منها : [فصل]

(٢) ب : غير موجود

(٣) [في تحقيق أحوال القمر فصل في صفة آلة تقاس بها الكواكب] : غير موجود في سا ، د

(٤) ف ، سا : غير موجود - وفي ف : بين السطرين

(٥) سا : كافي

(٦) سا : آلة

(٧) سا : وصنعته

(٨) سا ، د : أن تتخذ

(٩) في هامش ف : [مكان الدائرة المارة بالانقلاب الأربعة]

(١٠) سا : غير موجود

(١١) في هامش ب : [والأخرى مكان دائرة البروج ولنطلب على نصف النهار]

(١٢) ف ، سا ، د : يسهل

(١٣) سا ، هـ : لأنك تطلب أن

(١٤) سا ، د : غير موجود

نصف النهار فتوتد (١) هناك وتدا نافذا في الجانبين جميعا ونعمل حلقتين على الشكل المذكور إحداها بحيث تنهدم على الحلقتين من فوق ويمكن أن يدور (٢) عليها (٣) والأخرى بحيث تنهدم عليها الحلقتان منطبقتين عليها ويمكن أن تدور فيهما (٤) مماسة لهما وحينئذ نركبها (٥) في الوتدين أحدهما (٦) فوق والأخرى (٧) تحت وتتخذ حلقة بحيث تشتمل عليها الحلقة الداخلة فيها (٨) مهندمة (٩) ويمكنها أن تتحرك فيها إلى القطبين وتجعل عليها هدفين (١٠) شبيهين (١١) بهدف (١٢) الاسطرلاب فتكون الحلقتان المتوتدتان (١٣) تتحركان على الحلقتين الأولتين حركة في الطول والحلقة (١٤) الداخلة تتحرك في العرض ثم نستخرج على حلقة نصف النهار غاية الميل ونستخرج من ذلك قطبي معدل النهار فيوتد (١٥) عليهما (١٦) وتدين ويركب عليهما من خارج حلقة تشتمل (١٧) على الحلق وتكون قد قسمت الحلق (١٨) التي للبروج والتي لنصف النهار والمشملة على الكل وسائر الحلق بالدرج والدقائق ما أمكن فإذا نصبت هذه الحلقة على (١٩) سطح الأفق في خط نصف النهار نصبا

(١) ف : فتوتد - وفي سا : فتر يد

(٢) سا : تدور

(٣) م بين السطرين [مماسا لهما]

(٤) [والأخرى بحيث تنهدم عليها الحلقتان منطبقتين عليها ويمكن أن تدور فيهما] : غير

موجود في سا

(٥) سا : تركبها

(٦) سا ، د : أحداها

(٧) سا : عليهما

(٨) سا : منهما

(٩) سا : مهندمة

(١٠) سا : دفتين

(١١) سا ، د : شبيهين

(١٢) سا ، بدقي

(١٣) سا : المتوتدتان

(١٤) سا : والحركة

(١٥) سا : فيريد

(١٦) سا : عليه

(١٧) في هامش ب : [وهي يدل نصف النهار]

(١٨) سا : الحلقة

(١٩) سا ، د : نصبا على

قائما (١) بحسب عرض البلد وارتفاع القطب فيه (٢) كان دوران الحلق على
 الودين مشابها لدوران الكل قال بطليموس وكنا (٣) ننصب هذه (٤) الحلقة
 بحسب عرض البلد فإن كان (٥) الشمس والقمر معا فوق الأرض حركنا الحلقة
 العليا المارة بقطبي فلك البروج حتى أقمناها على الجزء الذى فيه الشمس فى تلك الساعة
 من فلك البروج (٦) وكنا (٧) لا نزال نحرك حلقة نصف النهار المارة بالأقطاب
 حتى (٨) يحصل التقاطع (٩) فى سطح محاذ (١٠) للشمس بالحقيقة فتستظل (١١)
 العليا (١٢) وحلقة البروج من أنفسهما وخصوصا إن استعين بمثل ثقبتي الاسطرلاب
 وإن كان مكانهما كوكب (١٣) لا عرض له احتلنا (١٤) حتى نرى الكوكب على
 سطح الحلقة وخصوصا إن عملنا عليه (١٥) مثل ثقبتي الاسطرلاب نمذبر الحلقة الأخرى
 الداخلية (١٦) وندير فيها الداخلية إلى القطبين حتى يرى (١٧) الكوكب الأخضر
 أو القمر فى الثقبين مع رؤيتنا للأول (١٨) فى الدرجة التى له وقد سدنا (١٩) الحلقة (٢٠)
 الخارجة عليها فيحصل قوس بين مقاطعة الحلقة الأولى للحلقة (٢١) التى (٢٢) للبروج (٢٣)

(١) سا ، د : قائما عليه

(٢) ف : منه (٣) سا : فكنا

(٤) سا : هاهه (٥) سا ، د : كانت

(٦) [حركنا الحلقة المارة بقطبي فلك البروج حتى أقمناها على الجزء الذى فيه الشمس فى

تلك الساعة من فلك البروج] : غير موجود فى سا

(٧) سا : فكنا (٨) سا : بالقطبين

(٩) سا : غير موجود

(١٠) سا ، د : محاذ

(١١) سا : فتستظل

(١٢) سا : هى

(١٣) سا : كوكبا

(١٤) سا : اختلف

(١٥) ف ، سا ، د : حيله

(١٦) سا ، د : الداخلة .

(١٧) سا : نرى .

(١٨) ج ، سا ، د : الأولى .

(١٩) ف : سد - وفى سا : شدنا .

(٢٠) ف : بالحلقة .

(٢١) سا ، د : حلقة .

(٢٢) سا ، د : غير موجود .

(٢٣) سا ، د : البروج .

وبين مقاطعة هذه الأخرى هي قوس الطول وقوس أخرى بين الثقبه التي في الحلقة الدائرة إلى القطبين وبين حلقة البروج هي قوس العرض في الجنوب أو في الشمال وربما توتد (١) الحلقة الفوقانية بإزاء درجة الكوكب (٢) لتدار (٣) بإزائه دورا بحسب دور الفلك ويقاس به سائر الكواكب .

فصل

في الأصل الذى يعمل عليه في أمر اختلاف القمر المضعف (٤)

قال فلما استعملنا هذه (٥) الآلة ولزمنا (٦) الرصد كنا (٧) نصادف (٨) أحوال القمر عند الاتصالات مناسبة (٩) لما توجهه الأصول المتقدمة لا تغادر شيئا محسوسا إلا ما يوجهه اختلافات المنظر وأما عند تربيعي (١٠) القمر للشمس فكان إذا كان القمر على الأوج أو الحضيض من التدوير يجرى (١١) الأمر على ذلك القياس وأما إذا كان في التربيع على سائر المواضع غير الأوج أو الحضيض لم يجد (١٢) التعديل مطابقا للأصول المتقدمة بل كان الزائد أزيد والناقص أنقص وإذا اتفق أن كان القمر حيث يوجب غاية التعديل كنا نجده أزيد كثيرا من الخمس (١٣) الدرج التي فرضناها غاية فضل التعديل في النقصان والزيادة فحدسنا أن مركز التدوير ليس يتحرك على فلك موافق المركز وإلا لما اختلفت غاية تعديله بل يتحرك على خارج المركز (١٤) وأنه عند التربيعين يكون في بعده الأقرب فيرى (١٥) أعظم ويفعل

(١) سا : تريد .

(٢) سا : كوكب .

(٣) سا : لهدار .

(٤) [فصل في الأصل الذى يعمل عليه في أمر اختلاف القمر المضعف] : غير موجود في

سا ، د .

(٥) سا : هاذة .

(٦) في هامش ب : [وأدنا] .

(٧) ب : وكنا .

(٨) سا ، د : نشاهد ونصادف .

(٩) سا : متناسبة .

(١٠) سا : غير واضح .

(١١) سا : نحرى .

(١٢) سا : نحه .

(١٣) هـ ، سا ، د : الخمسة .

(١٤) هـ ، سا ، د : مركز .

(١٥) سا : فرأى .

زاوية عند البصر (١) أعظم ويوتر (٢) من فلك البروج أكثر وإذا كان في التريسين عند الحضيض (٣) من (٤) خارج (٥) في الاتصال يكون عند الأوج (٦) وإذا كان القمر يحصل (٧) عند الحضيض في الشهر (٨) مرتين في دورة واحدة فليس يمكن ذلك أو يكون الخارج المركز يتحرك خلاف حركة (٩) مركز التدوير حتى يستقبله الحضيض في الشهر مرتين وكذلك الأوج تستقبله (١٠) في الشهر مرتين (١١) فعلمنا من ذلك أن الخارج المركز يتحرك إلى المشرق في جهة حركة المائل وفي سطحه أعني سطح المائل حركة تنقل مركز التدوير إلى المشرق وحركة أخرى (١٢) تنقل البعدين وتدير مركز الخارج إلى المغرب فإنه لو كانت حركة الخارج المركز هذه على مركز نفسها لما اختلفت (١٣) مواضع (١٤) الأوج والحضيض فإذا اختلفت (١٥) فيجب أن تنتقل أيضا جملته ومركزه بانتقال فلك آخر ينقل أوجهه ولما كان مركز فلك التدوير يقطع من الفلك المائل في أزمنة سواء قسما سواء علم ذلك باعتبار مقوماته في أزمنة متساوية واعتباره (١٦) موجب التعديل وإذا لم يكن تعديل من جهة التدوير فذلك أظهر (١٧) وذلك حين ما يكون عند البعدين وبالقرب منهما فيبين أنه لا يقطع كذلك من الفلك الخارج المركز حتى يكون فضوله في أزمنة سواء

(١) في هامش ب : [القطر] .

(٢) سا : ويوتر

(٣) سا ، د : حضيض

(٤) سا ، د : غير موجود

(٥) سا ، د : الخارج .

(٦) سا : أوجه .

(٧) سا ، د : غير موجود .

(٨) [في الظهر] : غير موجود في سا .

(٩) سا : غير موجود .

(١٠) سا : يستقبله .

(١١) [وكذلك الأوج تستقبله في الشهر مرتين] : في هامش ب .

(١٢) سا ، د : [وأخرى حركة] بدلا من [وحركة أخرى] .

(١٣) ب ، سا ، د : اختلف .

(١٤) ب ، سا ، د : موضع .

(١٥) ب ، سا ، د : اختلف .

(١٦) سا : واضع .

(١٧) سا : تطهير .

فسياسا سواء (١) فإن هذا لا يمكن أن يجتمع في الفلكين المختلفي المركز فيبين أن استواء مسيره هو على مركز الفلك المائل لا على مركز (٢) الخارج (٣) ولما كان الشهر الواحد (٤) الوسط (٥) المبتدى (٦) من الاجتماع يتم للقمر فيه دورة وقوس قطعها (٧) الشمس بالمسير الوسط وحينئذ يكون وسطه على أوج الخارج (٨) فيكون حركة الخارج في الشهر دورة إلا قوس الشمس التي بالوسط وذلك لأن القمر في (٩) أول الشهر الوسط كان على الأوج فدار (١٠) دورة في الطول وقطع (١١) قوسا زائدة والأوج يستقبله في خلاف جهة حركته فيوافيه ويلحقه على طرف تلك القوس وقد بقي له إلى (١٢) أن يوافي الموضع (١٣) الذي افترقا عليه هذه القوس بعينها فيكون للقمر دورة وقوس وللحامل من جهة حركته إلى المغرب دورة إلا قوسا وزيادة (١٤) مسير الوسط للقمر (١٥) على حركة الحامل بما (١٦) لحقه (١٧) من حركة المائل ضعف تلك القوس إذ هذا يزيد بذلك وذلك تنقص به بعينه وبين أن حركة الخارج المركز بما يلحقها من حركة المائل مع هذه القوس غير مضاعفة (١٨) مساوية لزيادة (١٩) وسط القمر في الطول على وسط الشمس وذلك دورة واحدة (٢٠)

-
- (١) (قسيا سواء) : في هامش ف .
(٢) في هامش ب : [التدوير] .
(٣) صا ، د : التدوير .
(٤) صا ، د : غير موجود .
(٥) ب : [الشهر الوسط الواحد] بدلا من [الشهر الواحد الوسط] .
(٦) صا : الحامل المبتدأ .
(٧) صا : قطعهما .
(٨) ب بين السطرين : [الحامل] .
(٩) صا : غير موجود .
(١٠) صا : فراد .
(١١) ف ، صا ، د : فقطع .
(١٢) صا : غير موجود .
(١٣) صا ، د : الموضع الأول - وفي هامش ب : [الأول] .
(١٤) صا : فزيادة .
(١٥) صا : [القمر للوسط] بدلا من [الوسط للقمر] .
(١٦) صا : لما .
(١٧) صا : لحفته .
(١٨) صا ، د : مضعفة .
(١٩) ف : كزيادة .
(٢٠) صا : غير موجود .

فإذا أضعف (١) ذلك وهو تفاضل ما بين وسطى القمر والشمس كان (٢) جميع ما يجده (٣) مسير الأوج والمائل (٤) من المشرق وحركة القمر الوسطى إلى (٥) توالى البروج لو افترقت الشمس ونقطة الأوج ومركز التدوير ونقطة المائل معا لأن ذلك دورتان وذلك هو حركة الأوج والمائل معا ووسط الشمس كل ذلك مرتين فهو مثلا حركة الأوج (٦) والمائل معا (٧) ووسط الشمس مرة وهو المقدار الذي يقطعه التدوير من الخارج بالحقيقة إذ هو بالحقيقة (٨) دورتان وأقول (٩) إذا افترقت (١٠) الشمس ومركز تدوير القمر والأوج سار الأوج قوسا ما وسار المركز من الجانب الآخر مثل تلك القوس وضعف مسير الشمس وسارت الشمس في (١١) جهة مسير (١٢) المركز قوسها المعلوم فيحصل البعد بين المركز والأوج ضعف تلك القوس (١٣) وضعف مسير الشمس (١٤) وحصل البعد بين المركز وبين الشمس تلك القوس وقوس مسير الشمس فيكون البعد بين النيرين نصف البعد بين الأوج وبين (١٥) المركز (١٦) ولأن فضل هذا كله على مسير القمر في الطول هو حركة الخارج بما يلحقه (١٧) من المائل فإن نقص عن هذا الفضل المضعف بدل المسير في الطول

-
- (١) سا : ضعف .
(٢) سا : [مبلغ ذلك] بدلا من [كان] .
(٣) سا : ما يجده .
(٤) سا ، د : والحامل .
(٥) سا : غير موجود .
(٦) ب : الشمس .
(٧) [ووسط الشمس كل ذلك مرتين فهو مثلا حركة الشمس والمائل معا] : في هامش ب .
(٨) [إذ هو بالحقيقة] : غير موجود في سا .
(٩) سا ، د : فأقول .
(١٠) سا : غير واضح .
(١١) سا ، د : من .
(١٢) سا : سير - وفي ب : في الهامش .
(١٣) سا ، د : [قوس مسير الأوج] بدلا من [تلك القوس] - وفي هامش ب : [قوس مسير الأوج] .
(١٤) ف : القمر .
(١٥) سا ، د : غير موجود .
(١٦) سا ، د : والمركز .
(١٧) سا : يلحقها .

مسير العرض الوسط بانضمام (١) حركة المائل إلى حركة الطول فبقى مسار الخارج المركز بحركة الأوج فحركة الخارج إذن هي مثل ما يبقى (٢) من نقصان مسار العرض عن الفضل المضعف أعني تفاضل الوسيطين وسط الشمس ووسط القمر فحركة الأوج وحدها (٣) مساوية (٤) لما يبقى من ضعف فضل مسار الوسط للقمر على وسط الشمس منقوصاً منه وسط مسار العرض وهذا الفضل (٥) يسميه بطليموس البعد ويسمى جميع القوس المشتملة على الحركات كلها (٦) البعد المضاعف (٧) وإذا (٨) حسب خرج مسار الأوج (٩) لليوم الواحد (ياط) «أ» وقد عمل (١٠) بطليموس لتفهيم (١١) هذا المعنى شكلاً فقال (١٢) لتكن دائرة أ ب ح (١٣) المائلة حول هـ و : هـ أيضاً مركز البروج وليكن أ هـ ح القطر المار بالمركزين و : ر مركز دح الخارج وليكن وقتاً ما بجذاء نقطة أ نقطة النهاية الشمالية ونقطة الأوج ونقطة الحمل ومركز التدوير للقمر (١٤) ووسط الشمس وتحرك سطح أ ب ح د مع دح كله في يوم واحد من أ في جهة د فقطع (١٥) قوس أ ط مقدار ثلاث دقائق فصارت النهاية الشمالية عند ط وهي في آخر الحوت ووسط الخارج دار ما داره خط هـ د (١٦) في تلك الجهة قوساً أعظم من أ ط وهي قوس أ د ومركز التدوير دار من أ إلى جهة ب كأن خط هـ أ نقله إلى خط هـ ب (١٧) حتى حصل مثلاً على (١٨) نقطة ح

(١) سا ، د : انضافت .

(٢) سا : ما بقى .

(٣) ف ، سا ، د : وحده .

(٤) سا : مساو .

(٥) سا ، د : العرض .

(٦) [البعد ويسمى جميع القوس المشتملة على الحركات كلها] : غير موجود في سا .

(٧) سا : المضاعف .

(٨) سا : فإذا .

(٩) سا : للأوج .

(١٠) سا : علم .

(١١) ف : لتوهيم - وفي هامش ب : [ادوهم] .

(١٢) [شكلاً فقال] : غير موجود في سا .

(١٣) سا : ا ب ح هـ

(١٤) سا : والقمر .

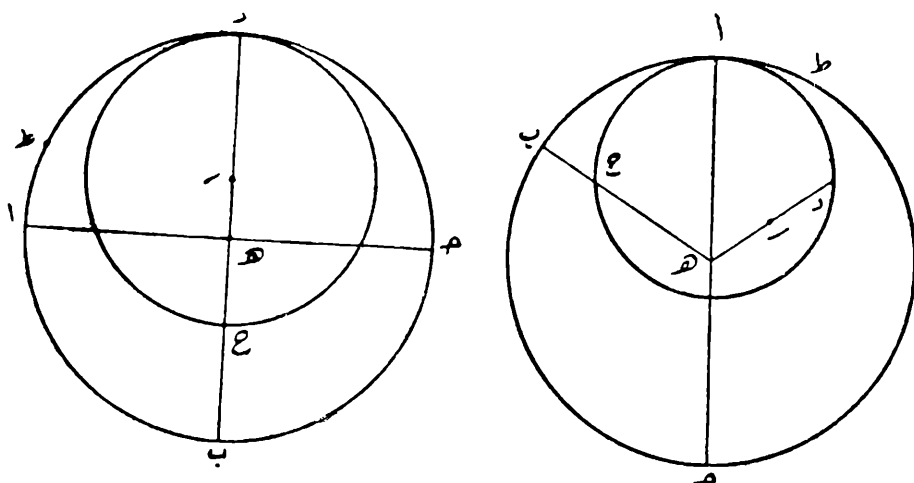
(١٥) سا : فيقطع .

(١٦) ف : هـ - وفي سا : د ح .

(١٧) سا : ا ب

(١٨) سا : عليه .

وقطع من المائل لو توهم ساكناً قوس أ ب لكن النهاية الشمالية متحركة (١) فيكون (٢)
قد صار بالحقيقة بين مركز التدوير وبين النهاية الشمالية قوس ط ب وهي (٣)



شكل (٨٨)

(٤) فبالحقيقة يكون قد قطع هذه (٥) القوس فيكون التدوير سار من الأوج قوس د ح فبين التدوير والشمالية (٦) وبين النهاية (٧) وذلك ضعف مسير البعد الوسط لليوم الواحد أى ضعف (٨) فضل (٩) وسط القمر على وسط الشمس وهو (١٠) اثني (١١) عشر جزءاً وإحدى عشرة دقيقة ونصف دقيقة بالتقريب (*).

(١) ف : يتحرك فتكون متحركة .

(٢) سا : غير موجود .

(٣) سا : و .

(٤) سا : له .

(٥) سا : هافه .

(٦) سا : في المائل .

(٧) سا : كد كج .

(٨) سا : غير موجود .

(٩) ف : غير موجود .

(١٠) سا ، د : وهي .

(١١) ب : اثنا .

(٥) عند تطبيق النظريات المذكورة سابقاً عن حركات القمرين أنها تطابق أحوال القمر عند الاتصالات ، أما فيما عدا ذلك فإن القيمة العددية للتعديل تكون أكبر مما تعطيه النظريات . وكذلك إذا كان القمر في الموضع الذى يفترض فيه التعديل خمس درجات (للهاية العظمى) فمن أنه يزيده على ذلك .

وإذا كان (١) الشمس والقمر في الشهريةقاطران مرة بالوسط ويجتمعان مرة (٢) وكل (٣) ذلك على الأوج فبين أنهما يربعان في الشهر مرتين بالوسط والتدوير

ونتيجة ذلك ، فرض القدماء فلكا مائلا على البروج يتحد معه في المركز ، ثم فلكا خارج المركز يقع في مستوى الفلك المائل ، ثم فلك تدوير يتحرك مركزه على محيط الخارج المركز ويتبع القواعد الآتية :
إذا فرضنا أن الشمس ومركز تدوير القمر والأوج تقع كلها في اتجاه واحد ، فبعد فترة من الزمن يحدث ما يلي :

- (١) يتحرك الأوج قوسا س١ قدرها ١١° ٩' في اليوم
- (٢) تتحرك الشمس في الناحية الأخرى قوسا س٢ قدرها ٢١° ٢٣' .
- (٣) يسير مركز التدوير في جهة سير الشمس قوسا قدره في اليوم .

قوس الأوج + ضعف قوس الشمس .

$$= س١ + ٢ س٢ = ١٣° ١٤'$$

∴ البعد بين الأوج ومركز التدوير = س١ + (س٢ + ٢ س٢)

$$= س١ + ٢ س٢ + ٢ س٢$$

والبعد بين الشمس ومركز التدوير = س١ + ٢ س٢ - س٢ .

$$= س١ + س٢$$

أي أن البعد بين الأوج ومركز التدوير = ضعف البعد بين الشمس ومركز التدوير

أو = ضعف البعد بين الشمس والقمر

أو = ٢ (الحركة الوسطى للقمر - الحركة الوسطى للشمس)

في شكل (٨٨) ا ب - المائل ومركزه نقطة د ، د ح الخارج ومركزه نقطة ر ، ا نقطة النهاية

الشمالية . ولنفرض أن الأوج ومركز التدوير والشمس قد اجتمعوا عند نقطة ا ، فبعد يوم واحد يحدث ما يلي :

- (١) يتحرك الأوج من ا إلى د .
- (٢) يتحرك مركز التدوير من ا إلى ح .
- (٣) يتحرك الشمس من ا إلى ط أي أن النهاية الشمالية أصبحت عند نقطة ط

∴ المسافة بين مركز التدوير ح والنهاية الشمالية ط = ح د ط = ١٣° ١٤'

، المسافة بين النهاية الشمالية ط والأوج د = ١١° ٩'

، المسافة بين مركز التدوير ح والأوج د = ٢٤° ٢٣'

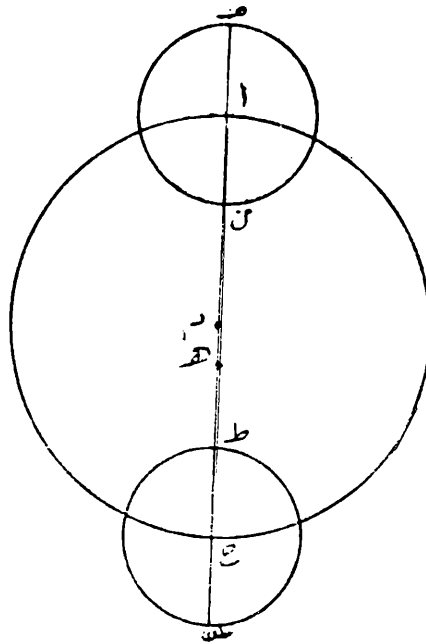
لكن الشهر القمري يساوي ٢٩ ر ٥ يوم تقريبا .

∴ الحركة الوسطى للقمر - الحركة الوسطى للشمس = $\frac{٣٦٠}{٢٩٥} = ١٢° ١٢'$

وهذا يساوي نصف المسافة بين مركز التدوير ح والأوج د .

- (١) سا ، د : كانت .
- (٢) سا ، د : [ومرة يجتمعان] بدلا من [ويجتمعان مرة] .
- (٣) سا ، د : وكان .

على الحضيض وكلما دنا التدوير من الوسط رؤى (١) فضل الاختلاف أعظم لأن الزاوية (٢) التي تحدث عند البصر عن الشيء الواحد بعينه تختلف في العظم والصغر بحسب القرب والبعد فكلما كانت أبعد كانت أصغر وكلما كانت أقرب كانت أعظم وإذا كانت حركة التدوير على الخارج (٣) ليست (٤) بالقياس إلى مركزه بل بالقياس إلى مركز المائل فلا يلزمها (٥) من الخارج تعديل آخر إلا المقدار الذي من التدوير وتأثير الخارج فيه هو القرب والبعد فقط مثلاً إذا رسمنا على نقطة د (٦) المقاطرة ل: ح (٧) وعلى ا، ح (٨) فلكي (٩) التدوير أحدهما عليه م ن



شكل (١٩٩)

-
- (١) سا : رأى .
 (٢) سا : الرؤية .
 (٣) [على الخارج] : غير موجود في سا .
 (٤) سا : ليس .
 (٥) ف : يلزمها .
 (٦) ف : غير موجود .
 (٧) ب : [ا ح] - وفي سا : [ل : د ح] .
 (٨) ف ، سا ، د : [ح] بدلا من [ا ، ح] .
 (٩) سا : فليكن .

والآخر عليه ط س فلأن ه (١) نقطة على غير مركز الخارج لأن ه قد فرضناها
مركز البروج ومر عليها وعلى مركز الخارج خط منقسم (٢) على ه (٣) فأطول الخطوط
التي يمكن أن يقع فيها مارا على ه هو ه أ وأقصرها هو ه ح فلا يرى (٤) إذا غايه
الفضل أصغر مما يكون (٥) عند ا ولا أعظم مما يكون (٦) عند ح وذلك عند
الكسوفات والاجتماعات (٧) والاستقبالات وهذا (٨) عند التربيعات (**).

(١) سا : غير موجود .

(٢) ف : مستقيم .

(٣) [على ه] : في هامش ب - وف : غير موجود .

(٤) سا : نرى .

(٥) ب : تكون .

(٦) ب : تكون .

(٧) سا ، د : وعند الاجتماعات .

(٨) سا : وهما .

(**) نظرية (٣٠) : النهاية العظمى لاختلاف المنظر للقمر تكون عند التربيعات والنهاية
الصغرى عند الاستقبالات والاتصالات والكسوفات .

البرهان : بما أن البعد بين الأوج ومركز التدوير = ضعف البعد بين الشمس والقمر . وبما أنه عند
الاستقبالات والاتصالات والكسوفات يكون البعد بين الشمس والقمر = صفر أو 180°

∴ البعد بين الأوج ومركز التدوير = صفر أو 360°

∴ تحدث هذه الظواهر عندما يكون مركز التدوير منطبقا على الأوج

أما عند التربيعات فإن البعد بين الشمس والقمر = 90° أو 270°

∴ البعد بين الأوج ومركز التدوير = 180°

∴ هذه الظواهر تحدث عندما يكون مركز التدوير منطبقا على الحضيض .

وفي شكل (٨٩) نفرض م في التدوير ومركزه عند الأوج ا ، ط س التدوير عندما كان مركزه
عند الحضيض ح ، وليكن مركز البروج نقطة ه ، ومركز الخارج نقطة د

∴ ه ا نهاية عظمى لبعد مركز البروج عن مركز التدوير

∴ النهاية العظمى لاختلاف المنظر عند ا هي أصغر ما يمكن

وبما أن ه ح نهاية صغرى لبعد مركز البروج عن مركز التدوير .

∴ النهاية العظمى لاختلاف المنظر عند ح هي أكبر ما يمكن وهو المطلوب

فصل

في معرفة اختلاف القمر الكائن على حسب بعده من الشمس (١)

ثم شرع في تبين غاية هذا الاختلاف وذلك بأن عرف موضع القمر بموضع الشمس بمعرفة البعد بينهما بالآلة (٢) المذكورة وحين كان قريباً من التربيع (٣) في وقت كان قريباً من وسط السماء فلم يكن له اختلاف منظر وكان حسب فوجد القمر من تدويره عند الخط المماس من البصر وليس من رصد واحد بل من أرصاد متوالية له ولأبرخس (٤) فلما عرف موضعه (٥) وجده مخالفاً للوسط بأكثر من غاية التعديل الذي وجد أولاً إذ كان الذي وجد أولاً خمسة أجزاء والآن فقد كان يجده سبعة أجزاء وثلثين أما في الرصد الذي ذكره لنفسه فكان التعديل الناقص بهذا القدر (٦) وأما (٧) في الرصد (٨) الذي ذكره لأبرخس (٩) فكان التعديل الزائد بهذا القدر فصحح له من ذلك لإصابته في الحدس المتقدم فطلب من ذلك أن يعرف نسبة الخط الواصل بين المركزين إذ صحح له من هذا أن حركة مركز التدوير هي (١٠) على فلك خارج المركز (١١) فليكن فلك تدوير ط ر على ح الحضيض من خارج مركز أ ب ح الذي حول د وإذا لم يكن هناك اختلاف منظر فليكن ه مركز البروج وهو نقطة البصر ونخرج ه ط ب مماساً للتدوير على ط وعلى ه ب عمود ح ط وزاوية ج ه ب معلومة بغاية (١٢) الاختلاف وزاوية ط القائمة معلومة و : ح ه (١٣) من المثلث معلوم

(١) [فصل في معرفة اختلاف القمر الكائن على حسب بعده من الشمس] . : غير موجود

في سا ، د

(٢) ب : بالآلة . (٣) سا : المربع .

(٤) سا : ولانرجس .

(٥) ف : موضع .

(٦) [أما في الرصد الذي ذكره لنفسه فكان التعديل ناقصاً بهذا القدر] : في هامش ف .

(٧) ف : أما .

(٨) سا ، د : [بالرصد] بدلا من [في الرصد] .

(٩) سا : لانرجس .

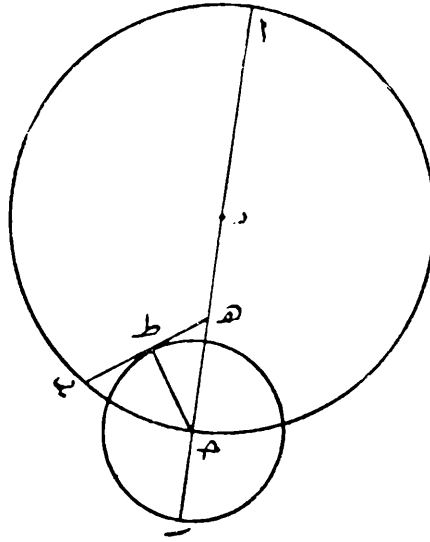
(١٠) سا : هاذة .

(١١) ف : غير موجود .

(١٢) سا : لغاية .

(١٣) سا ، د : [ف : ح ه] .

النسبة إلى ح ط وكان (١) د ح (٢) معلوما (٣) بالنسبة (٤) ف . د هـ



شكل (٩٠)

معلوم النسبة (٥) من د ح وخرج على نسبة ي ط (٦) إلى ل ط كب (٧) وأنا أقول إن المعلوم بالحقيقة فيما (٨) سلف هو ما بين سطح الأفق ومركز التدوير لا ما بين (٩) مركز الأرض وبينه (١٠) فإن (١١) الزاوية تكون هناك أصغر لكن (١٢) نسبة نصف قطر الأرض قد يمكن علمه (١٣) فيزاد على ذلك القدر (١٤) (*).

- | | |
|--|-----------------------|
| (١) ف : فكان . | (٢) سا : د ح . |
| (٣) سا ، د : معلوم . | (٤) سا ، د : النسبة . |
| (٥) سا : غير موجود . | |
| (٦) سا : ي ط . | |
| (٧) سا : ط ل كب . | |
| (٨) ف : هما . | |
| (٩) سا ، د : [من] بدلا من [ما بين] . | |
| (١٠) سا : غير موجود . | |
| (١١) ف : وإن | |
| (١٢) سا : لأن . | |
| (١٣) سا : علمها . | |
| (١٤) سا ، د : واقع أعلم . | |

(٥) تعيين البعد بين مركز البروج ومركز الخارج : في شكل (٩٠) ف هـ الخارج ومركز نقطة د ، ومركز البروج نقطة هـ . ولنفرض فلك تدوير القمر ط ر ح ومركزه نقطة ح حيث ح عند الحضيض بالنسبة إلى الخارج المركز

فصل

في معرفة الناحية التي يحاذيها فلك تدوير القمر (١)

ثم إن بطليموس لما واطر مراعاة الأرصاد وجد اختلافا ثالثاً يعرض عند التثليث والتسدیس استدل (٢) به على أن قطر فلك التدوير الواصل بين أوجه وحضيضه ليس محاذياً لا لمركز البروج ولا لمركز الخارج ولكن (٣) لنقطة بعدها من مركز البروج مما يلي الحضيض من الخارج قريب (٤) من بعد ما بين المركزين ومعنى هذه المحاذاة هو أن (٥) مركز التدوير إذا كان على الأوج أو (٦) الحضيض من الخارج انطبق قطره على قطر الخارج المار بهما من الخارج فصارا (٧) خطاً واحداً مستقيماً (٨) فإذا زال المركز عن تلك النقطة من الحامل افترق الخطان لا على الموازاة لكن على هيئة توجب بينهما التقاء محفوظاً في داخل الحامل لو أخرج قطر التدوير

والمطلوب تعيين البعد د هـ

نرسم المستقيم هـ ط ب مماساً للتدوير ونصل هـ بـ ط

في هذا الموضع بينت الأرصاد أن القمر يكون واقفاً على المماس للتدوير أي عند نقطة ط .

∴ التعديل ط هـ = نهاية عظمي قيمتها معلومة

وفي المثلث ط هـ ب : زاوية هـ معلومة ، زاوية ط = ٩٠°

∴ يمكن معرفة النسبة $\frac{هـ}{ط}$

لكن $\frac{\text{نصف قطر الخارج}}{\text{نصف قطر التدوير}}$ نسبة معلومة أي أن $\frac{د}{ط}$ معلومة

∴ $\frac{د}{ط}$ معلومة ∴ $\frac{د}{هـ}$ معلومة

وهذه هي نسبة البعد المطلوب د هـ إلى نصف قطر الخارج

(١) [فصل في معرفة الناحية التي يحاذيها فلك تدوير القمر] : غير موجود في سا ، د .

(٢) ف : استدك .

(٣) سا ، د : بل .

(٤) سا ، د : قريبة .

(٥) ف : أن يكون .

(٦) سا ، د : أو على .

(٧) سا : فصار .

(٨) ف : غير موجود .

على الاستقامة وذلك الالتقاء لا يكون على نقطتي المركزين بل على نقطة أخرى
 ويلزم (١) ذلك الالتقاء إلى أن يعود إلى الانطباق فيكون طرف قطر التدوير
 يحفظ دائماً محاذاة تلك النقطة ومسامتها وأما (٢) كيفية الوصول إلى معرفة هذا (٣)
 الاختلاف فبأرصاد منها رصدان (٤) لأبرخس أحدهما رصد فيه بالآلة المذكورة (٥)
 البعد بين الشمس والقمر ولم يكن للقمر اختلاف منظر في الطول وذلك لأنه كان
 في تسعة أجزاء وثلثين من الحوت (٦) ووسط الشمس في (٧) أربعة أجزاء من القوس
 وذلك يوجب (٨) بالأسكندرية أن يكون (٩) ما بين (١٠) موضع القمر والظالع (١١)
 قريباً من تسعين جزءاً فتكون القوس المارة بسمت الرأس وبمركز القمر تمر بنقطتي (١٢)
 فلك (١٣) البروج فيكون لا يفعل (١٤) اختلافاً في الطول بل إن كان ولا بد ففي
 العرض وكان القمر مغرباً (١٥) عن الشمس (١٦) فكان موضع الشمس المرئي في الثور
 (ر م ه) وموضع القمر المرئي (ك م) من الحوت وبالحقيقة (ك ك ر ل) (١٧)

(١) سا ، د : ويدوم .

(٢) سا ، د : فأما .

(٣) سا : هاذا .

(٤) سا : لأن .

(٥) [بالآلة المذكورة] : في هامش ب

(٦) سا ، د : المقرب .

(٧) سا : غير موجود .

(٨) ب : غير موجود .

(٩) ب : تكون .

(١٠) ب : إما .

(١١) ب : غير واضح .

(١٢) سا : نقطتي .

(١٣) سا ، د : غير موجود .

(١٤) ب : غير واضح .

(١٥) ب : غير واضح .

(١٦) ب : الشمس فلما حقق - [البعد بين الشمس والقمر ولم يكن للقمر اختلاف منظر في الطول

وذلك لأنه كان في تسعة أجزاء وثلثين من الحوت ووسط الشمس في أربعة أجزاء وذلك بالأسكندرية

أن تكون ما بين موضع القمر والظالع قريباً من تسعين جزءاً فتكون القوس المارة بسمت الرأس وبمركز

القمر تمر بنقطتي فلك البروج فيكون لا يفعل اختلافاً في الطول بل إن كان ولا بد ففي العرض وكان القمر

مغرباً عن الشمس فلما حقق] : في هامش ب وغير موجود في سا .

(١٧) ف : كاكوله .

من الحوت وكان البعد الحقيقي بين القمر والشمس (سيح م ب) والبعد بينهما بالوسط (سيد كج) وكان موضع القمر بالمسير الوسط في الحوت (كب ي ح) وكان بعده من البعد الأبعد الوسط (١) من فلك تدويره (قيه ل) (٢) فلما حقق موضع الشمس وحقق وسط القمر واختلافه وتعديله وجد الوسط يجب أن يكون قد تقدم في توالي البروج مكانه المحقق بالرصد حتى كان التعديل ناقصاً وكان المركز من التدوير في قريب من الوسط بين الأوج والحضيض من الخارج وكان مسير الاختلاف يجب أن يكون فوق نصف دائرة من الأوج وهذا يوجب أن يكون التعديل زائداً لا محالة . وكان قد وجد ناقصاً كأنه لم يستوف بعد عن أوج التدوير نصف دائرة فوجب أن يكون هناك أوج في الحامل ثابت لم يبعد عنه بنصف دائرة والأوج الذي كان قبل أوجا وبعد عنه نصف دائرة (٣) قد زال الآن فليس بالأوج المرئي إذا (٤) كان مكان القمر إلى المغرب من الحضيض المرئي وإلى المشرق من الحضيض الوسط الذي الحساب الوسط بالقياس إليه فيكون الحضيض الوسط قد تخلف (٥) في توالي البروج عن الحضيض المرئي (٦) مجموع ما يؤثر (٧) بعد القمر عن الحضيض الوسط وما يؤثره (٨) بعد القمر عن الحضيض (٩) المرئي ولو كانت محاذاته (١٠) لنقطة (١١) هي مركز البروج لما عرض هذا ثم (١٢) بين (١٣) موضع تلك النقطة

(١) ف : للأوسط .

(٢) ف : قفه ل - [فكان موضع الشمس المرئي في الثور (ر م ه) وموضع القمر المرئي

(ك ا م) من الحوت وبالحقيقة (كا كو ل) من الحوت وكان البعد الحقيقي بين القمر والشمس (سيح م ب) والبعد بينهما بالوسط (سيد كج) وكان موضع القمر بالمسير الوسط في الحوت (كب ي ح) وكان بعده من البعد الأبعد الوسط من فلك تدويره (قيه ل) : غير موجود في س ، د

(٣) [والأوج الذي كان قبل أوجا وبعد عنه نصف دائرة] : غير موجود في س ، د

(٤) ف ، س ، د : إذ .

(٥) س : تختلف .

(٦) س : [الذي] بدلا من [المرئي] .

(٧) س : ما يؤثره .

(٨) س : ما يؤثره .

(٩) [الوسط وما يؤثره بعد القمر عن الحضيض] : في هامش ف .

(١٠) ف : بين السطرين .

(١١) ب ، ف : [لنقطة محاذاته] بدلا من [محاذاته لنقطة] .

(١٢) ب : غير واضح .

(١٣) س ، هـ : يبين .

بشكل فقال (١) فليكن فلك أ ب ج (٢) الخارج حول د وقطره المار بمركز فلك البروج وهو ه خطاً د ح (٣) و : أ أوج و : ح حضيبض وفلك ر ح ط للتدوير حول ب (٤) يتحرك من ب مثلاً إلى أ قوس قطع مركز فلك (٥) التدوير والقمر يتحرك من ر إلى ح ثم إلى (٦) ط (٧) ولنصل د ب وأيضاً ه ب (٨) يقطع التدوير على ط وهو (٩) الحضيبض المرتئي لكن بعد القمر من الشمس بالوسطين معلوم وضعفه (١٠) معلوم (١١) وهو بعد الأوج من مركز التدوير في توالي البروج وقد كان البعد ثلثمائة وخمسة عشر وشيء فضعه أكثر من دائرة فيسقط من ضعفه دورة يبقى الباقي معلوماً لكنه بالوسط (١٢) معلوم لا بالقياس إلى الدائرة الحاملة بل المائلة الموافقة فزاوية أ ه ب معلومة إذ هي على مركز المائل ولأن (١٣) زاوية أ ه ب توتر (١٤) أقل من الربع فهي (١٥) حادة فإذا خرج من د عمود (١٦) على ه ب وقع داخل المثلث ر ل يكن د ك فمثلث د ه ك (١٧) معلوم النسب بسبب زاوية (١٨) د ه ك المعلومة وقائمة ك ف : د ك معلوم من

(١) سا : غير موجود .

(٢) سا : أ ب ج د .

(٣) ف : أ د ح - [وقطره المار بمركز فلك البروج وهو ه خط أ د -] غير موجود

في سا .

(٤) ف : د - [حول ب] : غير موجود في سا .

(٥) سا : غير موجود .

(٦) سا : غير موجود .

(٧) سا : ط ه .

(٨) [وأيضاً ه ب] : مكرر في سا

(٩) سا : هو .

(١٠) سا ، د : فضعه .

(١١) [وضعفه معلوم] : غير موجود في ف .

(١٢) سا : لوسط .

(١٣) سا : فلان .

(١٤) سا : تؤثر .

(١٥) ف : وهي .

(١٦) سا : عمود د أ .

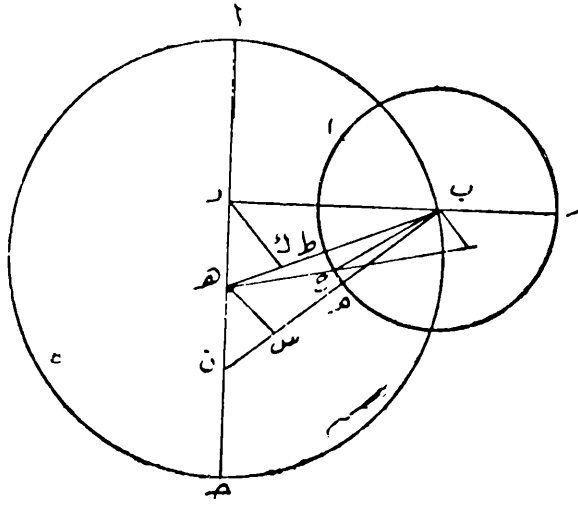
(١٧) سا ، د : د ه د ل .

(١٨) ف : في الهاش .

د ه (١) بل من د ب فيصير ك ب أحد ضامى القائمة معلوماً ف : ه ب معلوم
 وليكن القمر على ج (٢) ونصل ه ح وعلى ه ح من ب عمود ب ل فلأن القائمة
 معلومة وزاوية ب ه ل التى لغاية (٣) التعديل (٤) قد (٥) عرفت (٦)
 من المكان الحقيقي بالرصد والمكان الوسط بالحساب ومبلغ التفاوت بينهما معلوم
 فمثلت ب ه ل معلوم النسب ولنصل ب ح (٧) فلأن ب ح ، ب ل من مثلث
 ب ح ل (٨) معلومان و : ل قائمة فزاوية ب ح ل معلومة تبقى زاوية ط ب ح
 معلومة فقوس ط ح وهو بعد ما بين القمر والحضيض المرئى معلوم لكن بعد القمر
 فى الاختلافات عن الحضيض الوسط معلوم فليكن الحضيض الوسط وهو يتقدم
 ح (٩) فى (١٠) توالى البروج بالحساب نقطة م ولنصل ب م ونخرجه على الاستقامة
 فيلقى لا محالة كما تعلمه عن قريب خط أ ح وليكن على ن (١١) ونخرج من ه عمود
 ه س فيقع داخل المثلث لأن زاوية أ ه ب كانت حادة ف : ه ن س (١٢) الداخلة
 حادة ولأن قوس ط ح معلومة وقوس ح م معلومة (١٣) وهى ما بين الحضيض (١٤)
 الوسط (١٥) وموضع الكوكب قد علمت بمسير الاختلاف (١٥) الوسط فقوس
 ط م معلومة فزاوية ه ب س (١٦) معلومة و : س قائمة وخط ه ب معلوم ف : ه س

-
- (١) سا : د .
 (٢) ف : ح .
 (٣) سا ، د : غير موجود .
 (٤) سا ، د : للتعديل .
 (٥) سا : ما .
 (٦) سا : حرف .
 (٧) سا ، د : ب ح ، ب ل .
 (٨) ف : ب ح ن .
 (٩) سا ، د : [أبعد من ح] بدلا من [يتقدم ح]
 (١٠) سا : فمن
 (١١) ف : غير واضح - وفى ب ، د : ر
 (١٢) ف : [ف : ه ن ش] - وفى سا : (ف : ه ن س)
 (١٣) ب ، ف : غير موجود
 (١٤) سا ، د ، هامش ب : الأوج
 (١٥) سا : والوسط
 (١٦) ف : اختلاف

معلوم فمثلث (١) ه ب س معلوم النسب ولأن زاوية أ ه ب معلومة (٢) تبقى (٣)
 زاوية (٤) ه ن ب (٥) معلومة و : س قائمة فمثلث س ه ن (٦) معلوم



شكل (٩١)

النسب ونسبة ه ن (٧) إلى ه س ثم إلى ه ب ثم إلى ه د معلومة (*) وخرج

(١) سا : ف : س (٢) ب : فزاوية

(١) [ف : ه س معلوم فمثلث ه ب س معلوم النسب ولأن زاوية ا ه ب معلومة] ،

غير موجود في سا

(٣) سا : يبق

(٤) سا : غير موجود

(٥) سا : س ه ر

(٦) سا ، د : س ه ر

(٧) ف : ه ب - وف : سا ، د : ه ر

(٥) الاختلاف الثالث للقمر : لما رصد بطليموس القمر وجد اختلافا ثالثا لموضعه يظهر بوضوح

عند التثليث والتدريس . واستنتج من ذلك أن قطر فلك التدوير الواصل بين أوجه وحضيضه لا يمر

حيث أن مركز البروج ولا بمركز الخارج بل يمر بنقطة تقع بين مركز البروج وحضيض الخارج

وبعد هذه النقطة عن مركز البروج = البعد بين مركزي البروج والخارج

ففي شكل (٩١) ا ه ب هو الخارج ومركزه نقطة د ، ومركز البروج نقطة ه ، والخط

المرکزین ا د ه يحدد أوج الخارج ا وحضيضه ه . وليكن ر ح ط التدوير ومركزه نقطة

ف ، ولنفرض أن القمر عند نقطة ح . نصل ه ب ليقطع التدوير في نقطة ط فتكون ط هي الحضيض المرئي ،

أما الحضيض الوسط فيمكن معرفته من حركات القمر وليكن نقطة م .

نصل م ونمده ليقطع ا ه في ن ، فتكون المسافة ه ن هي المطلوبة

نصل د ب ، ه ح ونزل الأعمدة د ل على ه ب ، ب ل على ه ح ، ه س على ف م

بالحساب أنه إذا كان د هـ (ى يظ) (١) كان هـ ن (٢) (ى يح) فيقع التقاطع

من الحركتين الوسطيين للقمر والشمس يمكن معرفة بعد القمر عن الشمس ، وضعف هذه العينة
تعلى البعدين الأوج ا ومركز التدوير ب على توالى البروج ، أى زاوية ا ب ح
وكان البعد فى رصد بطليموس بين القمر والشمس أكبر من ٣١٥°

∴ البعد ا ب ح < ٦٣٠ - ٣٦٠ أى < ٢٧٠°

∴ زاوية ا د ب حادة ومعلومة

فى المثلث د هـ ل : زاوية هـ معلومة ، زاوية ل = ٩٠°

∴ يمكن معرفة النسبة $\frac{د ل}{د هـ}$ أو $\frac{د ل}{د ب}$

∴ $\frac{ل ب}{د ب}$ معلومة ∴ $\frac{ب هـ}{د ب}$ معلومة

وفى المثلث ب هـ ل : زاوية هـ = تعديل القمر ح = معلومة ، زاوية ل قائمة

∴ النسبة $\frac{ل ب}{هـ ب}$ معلومة لكن $\frac{ل ب}{هـ ب} = \frac{ل ب}{د ب} \cdot \frac{د ب}{هـ ب}$

وقد عرفنا سابقاً $\frac{ب هـ}{د ب}$ ∴ $\frac{ل ب}{د ب}$ تصبح معلومة

وفى المثلث ب ح ل : $\frac{ب ح}{د ب}$ ، $\frac{ل ب}{د ب}$ معلومتان

∴ نعلم زاوية ح ب ل ومن ذلك زاوية ط ب ح

لكن زاوية ح ب م معلومة لأنها بعد القمر ح عن الحضيض الوسط م

∴ زاوية ط ب م تصير معلومة

∴ فى المثلث القائم هـ ب س نعرف نسبتي $\frac{هـ س}{هـ ب}$ أو $\frac{هـ س}{د ب}$

∴ فى المثلث القائم هـ ب س ن : هـ ن س = ا د ب - هـ ب س = معلومة

و النسبة $\frac{هـ س}{د ب}$ معلومة

∴ نعلم النسبة $\frac{هـ ن}{د ب}$ وهو المطلوب

ومن الحسابات خرج هـ ن = د هـ تقريبا

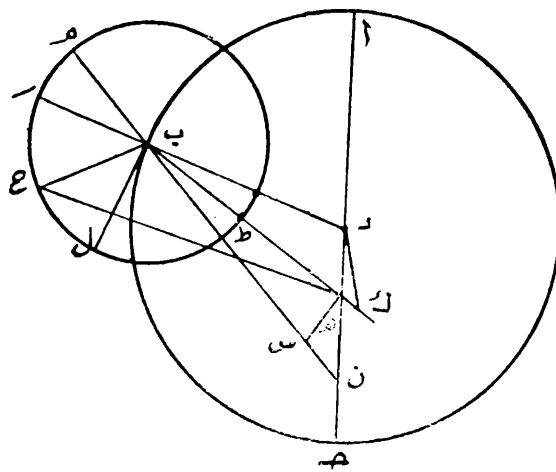
(١) سا : يح ط

(٢) سا : د ر

في داخل الخارج المركز أعنى تقاطع خطى أ ح ، ب ن (١) فقد بان تحقيق هذه
الحاذاة من جهة الحضيض في هذا الرصد قال ونحن نتبين (٢) مثل ذلك من جهة
الأوج فاعتمد رسدا لأبرخس (٣) بجزيرة رودس قد وجد (٤) فيه بالسبيل المذكورة
أن وسط القمر متخلف (٥) عن موضعه المحقق إذ كان الحساب يوجب أن يكون من الأسد
على (كرك) (٦) وكان بالرؤية من الأسد على (كط) (٧) وكان مقاربا لوسط
السما لیس له اختلاف منظر في الطول وكان بعده (٨) عن الأوج المرى (٩) دون
الذى يجب في الحساب على الأصول التى سلفت وتحققت فبين الأشياء التى بينها
بالشكل الأول على ذلك المنهاج لا تخالفه (١٠) إلا في نقطة ح (١١) عند الأوج ويقع
عمود ب ل دون ح (١٢) وعمود د ك (١٣) إلى الجانب الآخر وعرف زاوية د ه ك
فعرف د ك ، ك ه ، ك ب (١٤) فعرف (١٥) ه ب وقد عرفت زاوية ب ه ح (١٦)
الباقية وزاوية ل القائمة فعرف (١٧) نسب أضلاع وزوايا مثلث (١٨) ه ب ل
وضلع ب ل ، ب ح معلومان وزاوية ل قائمة فعرف (١٩) زاوية ب ح ل (٢٠)

-
- (١) ف : ا ح ر - وفي سا : ع ا ب ر
(٢) سا : نبين
(٢) سا : لافرجس
(٤) ف : فوجد
(٥) سا : متخلفا
(٦) سا : كط
(٧) سا : ل ط
(٨) سا : تعديله
(٩) بين السطرين في ب : تعديله
(١٠) سا : لا تخالفه
(١١) سا : ج
(١٢) سا : ج
(١٣) سا : د ل
(١٤) [وعرف زاوية د ه ك فعرف د ل ، ل ه ، ل ب] : غير موجوده في سا
(١٥) سا : ليعرف
(١٦) ف : ه ب ع
(١٧) سا : ليعرف
(١٨) ف : مثله
(١٩) سا : ليعرف
(٢٠) سا : ع ب ل

وجميع هـ ب ح فتبقى (١) ح ب ر من القائمتين معلوما (٢) فعرف قوس ح ر وكان عرف قوس ح م وهو (٣) البعد عن البعد (٤) الأوسط (٥) الأول بالحساب فعرف (٦) قوس زم وزاوية ر ب م بل هـ ب ن (٧) ثم يعرف سائر الباقية كما عرفت (٨) وقد خرج



شكل (٩٢)

أنه إذا كان د هـ : (ى ي ط) يكون هـ ن : (ى ك) (٩) وبالجملة قريبا من د هـ إذا كان أزيد بقريب مما كان أنقص وكانت الأرصاد المتتالية توجب هذه (١٠) النسبة فعلم أن هذه المحاذاة محفظة لا تتغير (١١) (*).

(١) سا : يبقى

(٢) سا : معاومة

(٣) ب ، سا : وهى

(٤) سا : غير موجود

(٥) سا : الوسط

(٦) سا : فيعرف

(٧) سا : بل هـ

(٨) سا ، د : قد عرفت

(٩) ف : [هـ ن : ى ك ب] - وى سا : در هـ رى لـ

(١٠) سا : هاذ

(١١) سا : لا يتغير

(*) مناقشة الاختلاف الثالث فى وضع آخر للقمر : أخذ بطليموس رسدا لإبرخس بجزيرة رودس حيث كان الموضع المرئى للقمر عند ٢٩° من برج الأسد ، وبالحساب عند ٢٠' ٢٧° من برج الأسد ، وكان بعده عن الأوج المرئى أقل من الحساب
ففى شكل (٩٢) ا ب هـ الخارج ومركزه نقطة د ، ومركز البروج نقطة هـ ، وفلك التدوير

فصل

كيف يعلم مسير القمر الخفى من حركاته المستوية
بطريق الخطوط (١)

ثم بين أنه كيف يستخرج تعديل القمر من مسيراته الوسطى الجزئية بطريق الهندسة حتى يعرف (٢) موضعه المحقق فقال (٣) إنه (٤) يمكن أن يعرف هذا من الشكل الذى وضعناه بأن يحاول فيه ضرباً (٥) من عكس البيان بأن تضع زاوية أ ه ب معلومة وزاوية م ب ح معلومة ونخرج مكان عمود ه س عمود ن س (٦) على ه ب ومكان ب ل عمود ح ل على ه ب (٧) فنعلم نسب مثلث ك د ه من القائمة ومن (٨) زاوية (٩) ك ه أ الباقية (١٠) ثم نعلم نسب مثلث ك د ب من معرفة د ب (١١) ومعرفة ك د ومعرفة القائمة فيصير ه ب معلوماً ومثلث س ه ن (١٢) مساوياً ومشابه (١٣)

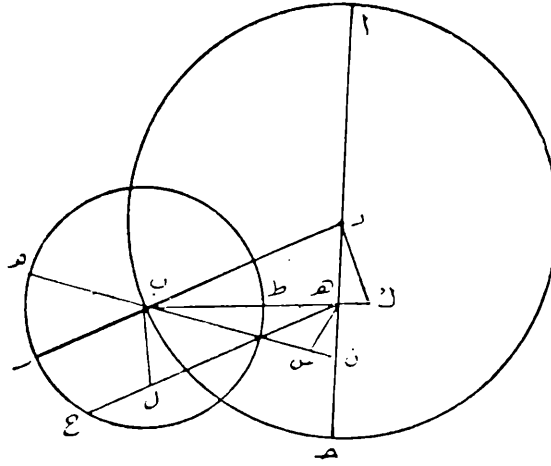
ر ح ط ومركزه نقطة ب . وليكن القمر عند نقطة ح ، والأوج الوسط عند م ، ونصل م ب ا يقابل ا - في ن والمطلوب تعيين قيمة ه ن .

ننزل الأعمدة د ك على ه ب ، ه س على م ب ن ، ب ل على ه ح
ففى المثلث د ه ل : زاوية ل ه = ٩٠ ، زاوية د ه ل = ١٨٠ - ا ه ب = معلومة
وباتباع نفس الخطوات السابقة نستنتج أن :
ه ن = د ه تقريباً

(١) [فصل كيف يعلم مسير القمر الخفى من حركاته المستوية بطريق الخطوط] : غير موجود
في سا ، د

- (٢) ف : يعلم
- (٣) سا ، د : قال
- (٤) سا ، د : غير موجود
- (٥) سا ، د : ضرب
- (٦) سا ، د : ر س
- (٧) سا ، د : ه ب ر
- (٨) ف : غير موجود
- (٩) سا : غير موجود
- (١٠) سا : القائمة
- (١١) سا : ك ب
- (١٢) سا ، د : س ه ر
- (١٣) سا : مشابه

المثلث (١) ك د ه و : ه س (٢) مثل ه ك (٣) فنعلم (٤) باقى س ب (٥) ومثلث
ب س ن (٦) وزاوية ه ب ن (٧) أعنى م ب ر بل (٨) قوس (٩) م ر معلومة



شكل (٩٣)

وقوس م ح معلومة فقوس ر ح معلومة (١٠) وزاوية (١١) ر ب ح (١٢)
معلومة و : ح ل ب (١٣) قائمة فوتر ب ل معلوم فجميع ه ل (١٤) معلوم و : ل ح

-
- (١) سا : المثلث
(٢) ف : [و : ر س] - وفى سا ، د : [و : ب س]
(٣) ف ، سا ، د : د ل
(٤) سا : فيعلم
(٥) سا : ه س
(٦) ف : غير واضح - وفى سا : ه س
(٧) سا : غير واضح
(٨) سا : م ب ، ر ب ل
(٩) سا : غير موجود
(١٠) [وقوس م ح معلومة فقوس ر ح معلومة] : غير موجود فى سا
(١١) سا ، د : وزاوية
(١٢) سا ، د : ر ب ح المقاطعة لزاوية ك د ب
(١٣) سا : [و : ح ل]
(١٤) ف : ه د

كان من مثلث ب ل ح معلوما ف : ه ح (١) و زاوية ل ه ح (٢) لنفضل التعديل معلومة (*).

(١) سا : [ف : د ح]

(٢) سا : ر ه ح

(*) تعيين الموضع المرئى (أو المحقق) للقمر من مسيراته الوسطى
المعلوم هنا هو بعد مركز التدوير عن أوج الخارج وبعد القمر عن الأوج الوسط أو عن الحضيض
الوسط -- ولكى نعين الموضع المرئى يكفى أن نعرف التعديل
فى شكل (٩٣) $\angle \alpha$ - الخارج ومركزه نقطة د ، م ر ح التدوير ومركزه نقطة ب ،
ومركز البروج نقطة ه .

نأخذ $\angle \alpha = \angle د ه$ ، ونصل $\angle ب$ ، ونمده إلى م على محيط التدوير . ثم نصل $\angle ه$ ونمده إلى ر
على محيط التدوير ، ونفرض أن القمر عند نقطة ح . ننزل الأعمدة د ك ، ف م س ، ح ل على $\angle ب$
والمطلوب تعيين زاوية ح ه ب التى هى التعديل

فى مثلث ك د ه : زاوية ك = 90° ، زاوية د ه ك = $180^\circ - \angle \alpha$ ب = معلومة

∴ يمكن معرفة النسبة $\frac{د ك}{د ه}$ التى تساوى $\frac{د ل}{د ه} \cdot \frac{ب}{د ه}$

لكن $\frac{ب}{د ه}$ معلومة

∴ يمكن معرفة $\frac{د ل}{د ه}$. وكذلك نعرف $\frac{ل ه}{د ه}$ أو $\frac{ل ب}{د ه}$

فى المثلث ل د ب : زاوية ل ب د = 90° ، والنسبة $\frac{د ل}{د ب}$ معلومة

∴ نعرف النسبة $\frac{ل ب}{د ب}$

ومن ذلك نعرف $\frac{ل ه + ل ب}{د ب}$ أى النسبة $\frac{ب ه}{د ب}$

لكن المثلثان د ل م ، ن ه س متشابهان ، د ه = ه ن
∴ ك ه = ه س

أى أن $\frac{ل ه}{د ب} = \frac{ه س}{د ب}$

∴ النسبة $\frac{ب ه}{د ب} = \frac{ب ه - ه س}{د ب}$ معلومة

وكذلك النسبة $\frac{ن ه}{د ب} = \frac{ل ه}{د ب}$ معلومة

فصل

في معرفة عمل جداول لجميع اختلاف القمر (١)

فلما عرف الوجه في تحقيق هذا التعديل بطريق الخطوط وضع جداول للحملة اختلاف القمر فرتب (٢) صفين أحدهما من واحد إلى مائة وثمانين للزيادة والآخر (٣) عكسه ورتب في الصف الثالث تعديل الأوج لفلك التدوير على منازل مركز التدوير من أوج الخارج أنه في كل منزل كم تكون زاوية تعديل الأوج ورتب في الصف الرابع تعديل الاختلاف الأول كان القمر مثلاً مركز تدويره على أوج الخارج ثم القمر يسير في اختلافه فوضع لكل قدر من مسيره في الاختلافات تعديله الذي له وهذا هو التعديل الذي يخصه (٤) في (٥) في المقابلات (٦) والكسوفات ورتب في الصف الخامس زيادات (٧) التعاديل اللاحقة بسبب كون مركز التدوير للقمر

∴ في المثلث ب س ن : زاوية $\text{س} = ٩٠^\circ$ ، والنسبتان $\frac{\text{س ب}}{\text{د ب}}$ ، $\frac{\text{ن ب}}{\text{د س}}$ معلومتان

∴ نعرف الزاوية $\text{د ب ن} = \text{م ب ر}$

لكن زاوية م ب ر معلومة ∴ زاوية ر ب ح معلومة

في المثلث ب ل ح : زاوية $\text{ل} = ٩٠^\circ$ ، زاوية ر ب ح معلومة

∴ يمكن معرفة النسب $\frac{\text{ح ب}}{\text{ح ل}}$ ، $\frac{\text{ب ل}}{\text{ح ل}}$ أو $\frac{\text{ح ب}}{\text{د ب}}$ ، $\frac{\text{ب ل}}{\text{د ب}}$

∴ نعرف النسبة $\frac{\text{ه ب}}{\text{د ب}} = \frac{\text{ب ل}}{\text{د ب}} + \frac{\text{ل ه}}{\text{د ب}}$

∴ في المثلث ح ل ه : زاوية $\text{ل} = ٩٠^\circ$ ، والنسبتان $\frac{\text{ح ل}}{\text{د ب}}$ ، $\frac{\text{ه ل}}{\text{د ب}}$ معلومتان

∴ يمكن معرفة زاوية ب ه ر وهي التعديل المطلوب

(١) [فصل في معرفة عمل جداول لجميع اختلاف القمر] : غير موجود في سا ، د

(٢) سا : قريب

(٣) ب ، ف : والأخرى

(٤) سا : تخصه

(٥) سا ، د : غير موجود

(٦) سا ، د : المقابلات والمقارنات

(٧) سا : زيادة

على الحضيض فوضع مركز التدوير على الحضيض (١) وسير القمر في اختلافه وكتب ما يلحق مسيره هذا من زيادة تعديل الاختلاف على تعديله المكتوب في الصف الرابع وهذا التعديل هو ما يلحق عند التربيعات ولما كان مركز التدوير قد لا يكون على أحد البعدين المختلفين بل فيما بين ذلك فتعاطى بيان ما يلحق ذلك من زيادة التعديل فوضع أولا لبيان ذلك شكلا على قياس ما سلف فقال (٢) لتكن (٣) أجزاء البعد (٤) معلومة وهي (٥) ستون مثلاً (٦) فتكون زاوية أ ه ب ضعف (٧) البعد (٨) ولنخرج خط ه م ن (٩) مماسا على م فمثلت ه د ل القائم الزاوية تعلم نسبته ولأن د ب معلوم يصير عن قريب كما قد (١٠) عرفت ه ب معلوما و: ب م العمود على المماس معلوم فزاوية ب ه م معلومة وهي زاوية غاية فضل التعديل عند (١١) بعد مائة وعشرين زائدا على غاية التعديل البسيط بجزء وثلاث وخمسين دقيقة وكان زيادة هذا التعديل عند الحضيض جزءين وتسعا (١٢) وثلاثين (١٣) دقيقة (١٤) فإذا كان جزءان وثلاثا (١٥) جزء (١٦) ستين (١٧) يكون هذا م ب (١٨) دقيقة (لح)

(١) [فوضع مركز التدوير على الحضيض] : غير موجود في سا

(٢) سا : غير موجود

(٣) سا : فليكن

(٤) سا ، د : التعديل

(٥) سا : غير موجود

(٦) سا : وسيعين

(٧) سا : ضعفاً

(٨) (معاومة وهي ستون مثلاً فتكون زاوية ا ه ب ضعف البعد) : في هامش ب

ولكنها غير واضحة فيما عدا كلمتي (معلومة) و (زاوية)

(٩) سا : ه م ر

(١٠) سا ، د : غير موجود

(١١) سا : عن

(١٢) ب : وتسعة -- وفي سا : غير موجود

(١٣) سا : وثلاثين

(١٤) سا : غير موجود

(١٥) سا : وثلاثي

(١٦) سا : غير موجود

(١٧) سا : شيعين

(١٨) سا : اثني وثلاثي

فرتب (١) الصف السادس وأثبت في كل بيت (٢) ما يلزاه العدد المكتوب في السطرين الأولين، على أن ذلك عدد البعد وعلى أن المثلث (٣) في الصف الثاني (٤) هو زيادة التعديل الأعظم عند تلك الدرجة على التعديل الأعظم عند الأوج غير منسوب إلى أعداد التعديل بل (٥) يكون ما خرج لذلك جزء من ستين جزء من جزءين وثلاثي (٦) الذي يكون (٧) هو التعديل الأعظم عند الحضيض إذ (٨) تعذر اعتبار التفسيرين معا أحدهما تسيير (٩) المركز للتدوير والآخر للقمر فاقتمع بأن سير مركز التدوير وأثبت القمر على المماس ورتب بعد هذه الصفوف صفًا آخر وضع فيه (١٠) أنه إذا كان القمر له بعد محدود من النهاية الشمالية فكم يكون قوس عرضه أعنى القوس المنحازة بين دائرة المائل والبروج التي هي من أكبر (١١) الدوائر المارة بقطبي (١٢)

∴ نعرف النسبة $\frac{ل}{د}$

∴ نعرف النسبة $\frac{ل - هـ}{د}$ أى $\frac{هـ}{د}$

وفي المثلث ب هـ م : زاوية م = ٩٠ ، النسبتان $\frac{م}{د}$ ، $\frac{هـ}{د}$ معلومتان

∴ يمكن معرفة زاوية ب هـ م المطلوبة

وقد خرج في هذه الحالة الفرق بين ب هـ م وبين النهاية العظمى عند الأوج ١ = ٥٣ ' ٠١
لكن الفرق بين النهايتين العظميين عند الأوج ١ والحضيض ٢ = ٣٩ ' ٠٢

∴ النسبة بين الفترتين = ٧١٠١٩٨ : ٠ = صفر ٤٢ ٣٨ (بحساب الجمل)

(١) ب : غير واضح

(٢) ب : غير واضح

(٣) سا : الميوت

(٤) في عامش ب : السادس

(٥) ف : في العامش

(٦) ف : وثلاثين

(٧) ب : غير موجود

(٨) ف : إذا

(٩) سا : تسيير

(١٠) سا : فيه

(١١) ف : أكثر

(١٢) ف : بنقطتي

فلك البروج القائمة على فلك البروج بزوايا قائمة ومعرفة مقادير هذه (١) القسي يستخرج بمثل (٢) ما استخرج به ميول درج فلك البروج لما علم الميل الأعظم وكذلك تستخرج (٣) عروض درج المائل بسهولة (٤) إذا (٥) علم العروض الأعظم وهو خمسة أجزاء بالتقريب . وإذا أردنا أن نقوم القمر أخذنا الحركات الوسطى في الطول والعرض والاختلاف من الأوج الوسط وحركة البعد بتضعيف البعد بين وسطى الشمس والقمر بحسب البلد الذي إليه القياس وبحسب التاريخ الذي (٦) منه القياس وتسقط من أيها كان ما يتم دوره حتى تبقى (٧) دون دورة واحدة فيدخل البعد المضعف في الجدولين الأولين ونأخذ (٨) تعديله من الصف الثالث ومن دقائق الصف السادس فإن كان العدد في الصف الأول زدنا التعديل على الاختلاف الذي حفظناه وإن كان في الثاني نقصناه فكون (٩) قد عدلنا اختلاف القمر إذا لم يكن على الأوج أو الحضيض ثم ندخل ذلك في (١٠) جدول العدد ونأخذ مايلزائه من الصف الرابع والخامس وأما الذي في الصف الرابع فنحفظه وأما الذي في الصف الخامس فنضربه في الدقائق التي استخرجنا (١١) من الصف السادس ونقسمه على ستين فما خرج فهو الفضل الذي ينبغي أن يزداد على الرابع فإن كان مسير القمر المعدل في فلك التدوير أقل من مائة وثمانين نقصناه من وسط الطول والعرض للقمر وإن كان أكثر زدناه فما بلغ من الطول نلقيه من أجزاء الحاصل للقمر فحيث بلغ فهو مكانه بالحقيقة (١٢)

(١) سا : هاذ

(٢) سا : بميل

(٣) سا : يستخرج

(٤) ف ، سا : يعلم بسهولة

(٥) سا ، د : لا

(٦) ف : هنا ينقطع ترتيب الكلام في سطر ٢٢ صفحة ١٠٨ من المخطوط ونجد تكملته ابتداء

من سطر ١٠ صفحة ١٠٧

(٧) سا : يبقى

(٨) سا ، د : فنأخذ

(٩) ف : فيكون

(١٠) ف ، سا : غير موجود

(١١) سا : استخرجناه

(١٢) سا : غير موجود

فى (١) الطول (٢) وما بلغ (٣) من (٤) العرض عن النهاية الشمالية فنأخذ ما يلزأه من جدول العرض وأنت تعرف كون العرض جنوبيا وشماليا بمقدار (٥) البعد من النهاية (٦) الشمالية .

فصل

فى أن الاختلاف الذى من قبل الفلك الخارج المركز ليس له قدر فى أوقات الاجتماعات والاستقبالات (٧)

ولما فرغ بطليموس من هذه (٨) الحملة كأن قائلا له إنك قد استعملت فى رصدك الكسوفات على أن مركز التدوير على أوج الحامل وعلى أن الاستقبالات والاجتماعات (٩) توجب ذلك ثم بنيت (١٠) التعديل عليه وليس الأمر كذلك فى الاجتماعات والاستقبالات التى هى بالحقيقة وفيها تقع الكسوفات بل إنما يصح ذلك فى الاجتماعات والاستقبالات التى بالوسط فإن الاجتماعات والاستقبالات (١١) المحققة فقد يلحق الشمس فيها (١٢) تعديل وأيضا فإن مركز التدوير قد يكون إلى أن تقع الاتصالات (١٣) بالحقيقة زائلا فيها عن الأوج فيلحق تعديل من جهة تقارب القمر من الأرض ونزوله ومن جهة محاذاته (١٤) فبين أن ذلك الزوال لا يوجب فى التعديل

(١) سا : غير موجود

(٢) سا : بالطول

(٣) [وما بلغ] : غير موجود فى سا

(٤) سا : وفى

(٥) سا : لمقدار

(٦) سا ، د : الجهة

(٧) [فصل فى أن الاختلاف الذى من قبل الفلك الخارج المركز ليس له قدر فى أوقات

الاجتماعات والاستقبالات] : غير موجود فى سا ، د

(٨) سا : هاذ

(٩) سا ، د : الاجتماعات والاستقبالات

(١٠) ف : تثبت

(١١) [التى هى بالحقيقة وفيها تقع الكسوفات بل إنما يصح ذلك فى الاجتماعات والاستقبالات

التى بالوسط فإن الاجتماعات والاستقبالات] : غير موجود فى سا

(١٢) سا ، د : فيهما

(١٣) سا : الاتصال

(١٤) سا : د : المحاذاة

تفاوتا يعتد به إذ كان ما يلحق هذا الزوال من التعديل هو أحد شيئين لأنه إما أن يقع من جهة تقارب (١) مركز التدوير من الأرض وإما أن يقع من جهة اختلاف المحاذاة وحيث يوجب أحدهما غاية التعديل الذى يخصه فإن الآخر لا يوجب معه قدرا محسوسا لأن غاية فضل التعديل الذى يوجبه اختلاف الأوج هو (٢) عندما يكون عند (٣) الأوج من التدوير أو الحضيض وأما عند البعدين الأوسطين فلا يوجب أمرا يعتد به وغاية فضل التعديل الذى (٤) يوجبه التفاوت هو عند الخط المماس وهناك لا تكون للمحاذاة فضل تعديل يعتد به فليكن فلك خارج وتدوير على ما شكل مرارا وليكن التدوير زائدا (٥) بقوس أب ولأنه (٦) إما أن تكون الشمس بالحقيقة على المقاطرة أو بالحقيقة على المقارنة ويكون أكثر ما يقع من الخلاف بين الوسطين لمجموع (٧) التعديلين لأحدهما زائدا (٨) والآخر ناقصا (٩) وليكن للشمس (١٠) غاية تعديليها (١١) زائدا وهو جزءان (١٢) وثلاث (١٣) وعشرون (١٤) دقيقة وللقمر غاية تعديله الذى من الخط المماس ناقصا وهو (١٥) فهذا هو غاية البعد بين وسطيهما أو غاية البعد بين (١٥) وسط (١٦) أحدهما ومقاطرة (١٧) وسط الآخر فضعف

(١) ف ، سا : تفاوت

(٢) ف : وهو

(٣) سا : غير . وجرى

(٤) ف : ينقطع ترتيب الكلام في سطر ٤٢ صفحة ١٠٧ من المخطوط وتكملته ابتداء من

سطر ٢٢ صفحة ١٠٨

(٥) سا : زائدا

(٦) ف : فلأنه

(٧) ف : بمجموع

(٨) سا : ناقصا

(٩) سا : زائدا

(١٠) سا : الشمس

(١١) سا : تعديله

(١٢) سا ، د : جزئين

(١٣) ب ، سا ، د : وثلاثة

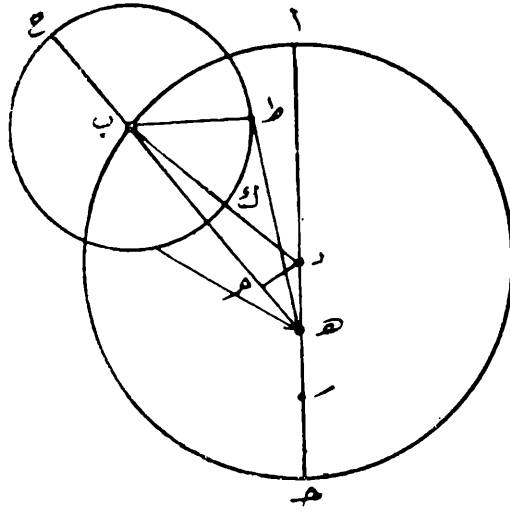
(١٤) سا ، د : وعشرين

(١٥) [وسطيهما أو غاية البعد بين] : في هامش ب

(١٦) سا : بعد وسط

(١٧) سا : ومقاطر

غاية البعد بين وسطيهما أو غاية البعد بين وسط أحدهما ومقاطرة وسط الآخر (١) معلوم
ففي جميع الأحوال يصير ضعف البعد بينهما معلوماً وتصير زاوية أ ه ب التي (٢)



شكل (٩٥)

لضعف البعد معلومة ولنخرج ه ط مماساً و : دم عموداً على ب ه داخلاً ونصل ب ط
العمود فيعلم مثلثاً (٣) د ه م ، د ه ب (٤) على ما عرفت ونعلم خط ب ه ، ب ط
معلوم فتعلم (٥) مثلث ب ه ط القائم الزاوية المعلوم نسبة ضلعي (٦) ه ب ، ب ط
فتصير زاوية ب ه ط معاومة وخرجت بالحساب (٧) (٥٠) فزادت على التي
تكون عند الأوج بدقيقتين (*) وما يلحقه من الخطأ أقل من درجة (٨) واحدة لأنه

(١) [فضعف غاية البعد بين وسطيهما أو غاية البعد بين وسط أحدهما ومقاطرة وسط الآخر] :

غير موجود في ب ، سا ، د

(٢) سا : الذي (٣) سا : مثلثات

(٤) سا : د ه م ، د ه ر

(٥) سا ، د : [لعلنا بنسب] بدلا من [معلوم فتعلم]

(٦) ف : غير موجود

(٧) سا : ه ع

(٨) سا : دورة درجة

(*) الخسوف والكسوف : جرت حسابات الكسوف والخسوف على فرض حدوثهما عندما يكون

مركز تدوير القمر عند أوج الخارج ، السبب في ذلك أن وجود مركز التدوير بعيداً عن أوج الخارج
لن يؤثر كثيراً في الوضع النسبي بين القمر والشمس .

فالخسوف والكسوف يحدثان عند اقتران القمر والشمس أو تقاطعهما حسب الرؤية . فإذا اعتبرنا

المواضع الوسطى بدل المواضع المرئية فإن التعاديل تدخل في الحساب . وأقصى اختلاف بين المواضع
الوسطى والمرئية عندما يكون تعديل أحدهما زائداً وتعديل الآخر ناقصاً وكلاهما نهاية عظمى .

جزء من ستة عشر جزءا من ساعة وقد يقع مثل هذا التفاوت في نفس الأرصاد

لكن النهاية العظمى لتعديل الشمس عند القدماء = $23' 2''$

(ملحوظة : النهاية العظمى الحديثة لتعديل البركز = $45' 1''$ ولتعديل الاستواء = $30' 2''$

والنهاية العظمى لتعديل القمر = $1' 5''$

لكن الفرق المرئى بين القمر والشمس عند الكسوف أو الخسوف = صفر أو $180''$

∴ الفرق الوسط لن يزيد على $24' 7''$ أو $24' 187''$ وهو البعد بين الشمس والقمر

لكن بعد مركز التدوير عن أوج الخارج = ضعف البعد بين الشمس والقمر

= $48' 14''$ في الحاليتين

وفي شكل (٩٥) $ا ب ح$ الخارج ومركزه نقطة $د$ ، $ط ح ل$ التدوير ومركزه نقطة

$ب$ ، ونقطة $هـ$ هي مركز البروج .

∴ زاوية $ا هـ ب$ = $48' 14''$

والنهاية العظمى لتعديل القمر هي عندما يكون عند $ط$ حيث $هـ ط$ المماس للتدوير

والمطلوب اثبات أن هذه النهاية العظمى لا تختلف كثيرا عن النهاية العظمى لو كان التدوير عند أوج

الخارج $ا$.

لذلك ننزل العمود $د م$ من نقطة $د$ على $هـ ب$

ففي مثلث $د هـ م$: زاوية $م = 90$ ، زاوية $هـ = 48' 14''$ ، والنسبة $\frac{د هـ}{د م}$ معلومة

∴ يمكن معرفة النسبتين $\frac{م هـ}{د م}$ ، $\frac{م د}{د م}$

وفي المثلث $د م ب$: زاوية $م = 90$ ، النسبة $\frac{م د}{د م}$ معلومة

∴ نعرف النسبة $\frac{م ب}{د م}$

ومن ذلك نعرف النسبة $\frac{هـ م + م ب}{د م} = \frac{هـ ب}{د م}$

وفي مثلث $هـ ط ب$: زاوية $ط = 90$ ، النسبتان $\frac{ط ب}{د م}$ ، $\frac{هـ ب}{د م}$ معلومتان أي أن

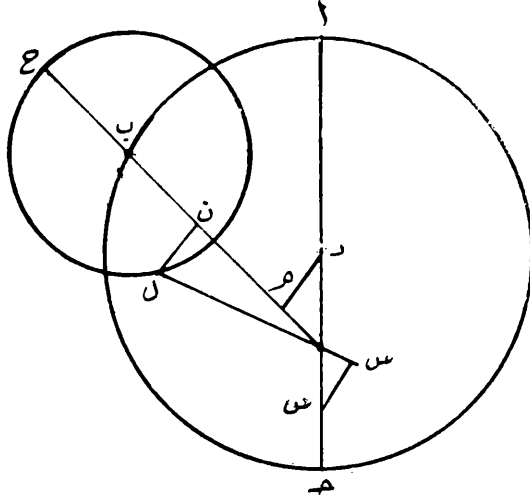
النسبة $\frac{ط ب}{هـ ب}$ معلومة

∴ نستطيع معرفة زاوية $ط هـ ب$ النهاية العظمى للتعديل

ومن الحسابات خرجت قيمة هذه الزاوية $3' 5''$

∴ الفرق بينها وبين النهاية العظمى للتعديل عند الأوج = $2'$ وذلك قدر ضئيل

وقوعا لا يضبطه التحرز فهذا ما يقع بسبب اقترانات مركز التدوير في الخارج (١) وأما الذي يقع بسبب محاذاة الأوج فقد بين أيضا بشكل آخر أنه لا يكون بحيث يؤثر أثرا يعتد به فليكن القمر عند ل هو الحضيض الوسط فتكون زاوية أ ه ب (٢) تشتمل (٣) على قريب من (٤) ضعف اختلاف الشمس وذلك لأن القمر لا يكون له في هذا الموضع فضل اختلاف أول محوس فيكون إن كان ولا بد فهو للشمس فيكون البعد بين وسطيهما بذلك فتكون زاوية أ ه ب توتر (٥) ضعف ذلك ولنوصل ه ل وانخرج



شكل (٩٦)

من د على ه ب عمود د م ومن ر على ه ب عمود ر س ومن ل (٦) عمود ل ن فتعرف (٧) ه ب ، ب ر (٨) على ما ندرى (٩) ونعرف (١٠) مثلث ر س ب (١١)

(١) سا ، د : الخارج المركز

(٢) ف : انقطع الكلام في آخر صفحة ١٠٨ من المخطوط وأبتدأ في أول صفحة ١٠٧

(٣) سا : غير موجود

(٤) سا : معلوم من

(٥) سا : تؤثر

(٦) ف : ن

(٧) سا : فيعرف

(٨) سا : غير موجود

(٩) سا : ندرى

(١٠) سا : وبق

(١١) سا ، ب : ر س ب

ويكون نسبة ر ب المعلوم إلى ر س وإلى س ب مثل نسبة ب ل المعلوم إلى ل ن وإلى (١) ن ب (٢) فتعرف (٣) ل ن (٤) ، ن ب (٥) وثلث (٦) ل ه ن (٧) فتعرف (٨) زاوية ب ه ل وخرجت بالحساب أربع دقائق (*) ولا يقع به من الخطأ ما يبلغ ثمن (٩) ساعة وغير مستنكر أن يلحق هذا الخطأ نفس الأرصاء .

فصل

في اختلاف المنظر الذى يعرض للقمر (١٠)

قد عرفت قبل هذا ما معنى اختلاف منظر القمر فيجب الآن أن نحصل وتعرف (١١) كيف يمكننا (١٢) أن نعرف موضعه الحقيقي من موضعه المرئ وبالعكس واعلم أن

-
- (١) سا : غير موجود (٢) ف ، سا : ب
(٣) سا : فيعرف (٤) ف : غير موجود
(٥) ف : ب - وف : غير موجود
(٦) ف : ينتهى سياق الكلام فى سطر ١٠ صفحة ١٠٧ من المخطوط وتكملته من سطر ٤٢ صفحة ١٠٧

- (٧) ف : ل ه ر (٨) سا : فيعرف
(٩) تابع الكسوف والخسوف : فى شكل (٩٦) نفرض أن نقطة ل هى الحضيض الوسط حيث يوجد القمر ، ففى هذا الموضع يكون فضل الاختلاف الأول كمية صغيرة
∴ زاوية ا ه ب = ضعف اختلاف الشمس تقريبا

نصل ه ل وننزل من نقطة د العمود ه ب على دم ، ومن نقطة ر العمود ر س على ه ب ، ومن نقطة ل العمود ل ن .

فيمثل ما سبق نعرف ه ب ، ب ر
المثلثان ر س ب ، ل ن ب متشابهان
∴ $\frac{ل ب}{ر س} = \frac{ر ب}{ل ن}$ ، $\frac{ل ب}{ل ن} = \frac{ر ب}{ر س}$

- ∴ يمكن معرفة كل من ل ن ، ن ب
ومن ن ب نعرف ه ن = ه ب - ن ب
∴ المثلث ل ه ن يصبح معروفا ومنه نعرف زاوية ب ه ل
وقد خرجت هذه الزاوية بالحسابات ٤' وهو مقدار ضئيل

- (٩) سا : مر
(١٠) [فصل فى اختلاف المنظر الذى يعرض للقمر] : غير موجود فى ب ، سا ، د
(١١) سا ، د : فتعرف
(١٢) ف : ينتهى سياق الكلام فى آخر صفحة ١٠٧ ويستأنف من أول صفحة ١٠٦

معرفة ذلك متوقفة على معرفة أبعاده (١) من الأرض (٢) ومعرفة الأبعاد متوقفة على أن نعرف اختلافا ما لنظر القمر فنعرف (٣) منه البعد ثم نعرف (٤) منه (٥) سائر الاختلافات قال وأما أبرخس (٦) فإنه ابتداء فحصبه (٧) من قبل الشمس فإنه سيظهر لك من أعراض تعرض للزيرين أن لك أن تعرف (٨) بعد (٩) أيها شئت من معرفتك ببعد الآخر فكان أبرخس يتأمل أولا حال بعد الشمس ثم يتعرف منه حال بعد القمر وإنما تمكن (١٠) من استخراج (١١) بعد القمر بأن ابتداء أولا فوضع (١٢) اختلاف منظر محسوس ولكنه قليل جدا وإن (١٣) كان قد ناقض هذا الرأي فزعم في اعتبار بعض الكسوفات الشمسية اختلاف منظر أصلا ثم عاد وزعم (١٤) أن لها (١٥) اختلاف منظر صالح فكما أنه قد وقع له في نفس اختلاف المنظر اضطراب قول فكذلك وقع له في تقدير أبعاد القمر اضطراب ثم أن بطليموس ابتداء بتعليم صنعة آلة صالحة لرصد الأبعاد وهي التي نسميها ذات الشعبتين وصنعها (١٦) على ما أقول تتخذ مسطرتان من نحاس (١٧) يخيظ بكل واحدة (١٨) منها (١٩) أربعة سطوح

-
- (١) سا : أبعاد
(٢) في هامش ١ : أى نسبة أبعاده إلى نصف قطر الأرض
(٣) سا : فيعرف
(٤) سا : يعرف
(٥) سا ، د : غير موجود
(٦) سا : انرجس
(٧) سا ، فحصد
(٨) سا ، د : تتعرف
(٩) سا : غير موجود
(١٠) سا : يمكن
(١١) [بعد الشمس ثم يتعرف منه حال بعد القمر وإنما يمكن من استخراج] : مكرر في ما
(١٢) سا ، د : فوضع أن للشمس - وفي هامش ٢ : أن للشمس
(١٣) سا : فإن
(١٤) سا ، د : فزعم
(١٥) سا : له
(١٦) ف : وصنعها
(١٧) [من نحاس] : غير موجود في سا ، د
(١٨) سا : غير موجود
(١٩) سا : منها

مسطحة كل متوازيين (١) متساويان والذي في العرض قريب من ثلاثة أضعاف
الذى في الثخن والذي في الثخن قريب من ثخن خنصر ونركب إحداهما (٢)
على الأخرى (٣) عند طرفيها (٤) تركيباً على محور أو نرماذجة يمكن أن تقام
إحداهما (٥) وتدار الأخرى والتي (٦) نختارها (٧) للإقامة منها نجعل عليها (٨)
لبنتى (٩) الشاقول وأما الأخرى فنجعل على أحد سطحها (١٠) شظيتين (١١)
متقابلتين (١٢) متساويتى (١٣) الطول والعرض كلبنتى الاسطرلاب تباعد ما بينهما
ما أمكن ونثقب (١٤) فى التى (١٥) تلى (١٦) الطرف المرسل ثقباً ضيقاً (١٧) جداً
ونثقب (١٨) فى التى (١٩) عند (٢٠) المحور ثقباً أوسع بقدر (٢١) ما نرى (٢٢)
فيه من اللبنة الأخرى جميع جرم القدر بالتمام ونخط (٢٣) فى وسط (٢٤) كل واحدة من

-
- (١) سا ، د : متوازيين منها
(٢) ف : أحدهما - وفى سا : أحدهما
(٣) سا : الآخر
(٤) سا : طرفيه
(٥) ف : أحدهما - وفى ف ، سا : أحدهما
(٦) سا : الذى
(٧) سا : نختاره
(٨) سا : عليه
(٩) ف : لبنتا
(١٠) سا : [سطحيه] فى الماشر
(١١) ف ، سا : شظيتان
(١٢) ف ، سا : متقابلتان
(١٣) ف ، سا : منساويتا
(١٤) ف : ويثقب - وفى سا : غير راضح
(١٥) سا : الذى
(١٦) ف ، سا : يلى
(١٧) سا : صيفا
(١٨) ف : ويثقب
(١٩) سا : الذى
(٢٠) سا : يلى
(٢١) سا ، د : بمقدار
(٢٢) ف : يرى
(٢٣) سا : ونخط
(٢٤) سا : وسطه

الشظيتين (١) العريضتين (٢) خطا قاسما لها (٣) بنصفين ثم نقسمها (٤) ستين جزءا وكل جزء (٥) بدقائقه ونجعل على الطرف المرسل مسطرة مستوية تدور (٦) عليه (٧) بحيث إذا أقيمت المسطرتان الأولتان إحداها (٨) على الأخرى بزاوية قائمة أمكن لهذه (٩) الثالثة (١٠) أن تصل (١١) بينهما فتقيم التي لا شظية (١٢) عليها (١٣) على موضع مسطح من الأرض إقامة تكون عمودا على سطح الأفق ونعرف ذلك بتعليق (١٤) الشاقول من الجنبتين المذكورتين من جميع جوانبها فإذا نصبناها كذلك أحكمنا النصب حتى لا يزول (١٥) ونجعل الأخرى بحيث تدور (١٦) عليها في سطح نصف النهار إذ نكون قد تقدمنا فاستخرجنا خط نصف النهار ونجعل الطرف الذي عليه المحور إلى (١٧) السماء والطرف الآخر إلى (١٨) الأرض فإذا أردنا أن نرصد عرض القمر في دائرة نصف النهار وبعده من مدار (١٩) الشمس (٢٠) فإننا نرصد (٢١) القمر من عضادتي المسطرة المتحركة بأن نرى

(١) ف : المسطرتين

(٢) [كل واحدة من الشظيتين العريضتين] : غير موجود في سا

(٣) ٥ : إياها - وفي سا : إياه

(٤) سا : نقسمه

(٥) [وكل جزء] : غير موجود في سا

(٦) سا : يدور

(٧) ف ، سا : عليه طولها

(٨) ٥ : أحدها - وفي سا : أحدها

(٩) ف ، سا ، د : هذه

(١٠) ٥ ، سا ، د : الثلاثة

(١١) سا : نصل

(١٢) سا ، د : لا شظيتين

(١٣) سا ، د : عليها

(١٤) سا : بتعريف

(١٥) سا : لا تزول

(١٦) ف : يدور

(١٧) سا : [المحوزال] بدلا من [المحور إلى]

(١٨) سا : ١ ل

(١٩) سا : غير موجود

(٢٠) سا : للشمس

(٢١) [عرض القمر في دائرة نصف النهار وبعده من مدار الشمس فإننا نرصد] : غير موجود

في ف - وموجود في هامش ٥

في الثقبين (١) جميعا ثم نعتبر مقدار الزاوية الحادثة بين المسطرتين بأن نركب الخط المقسوم من المسطرة الثالثة على طرفي الخطين المقسومين على المسطرتين وهما خطان متساويان فما انقطع بينهما من المسطرة الثالثة فهو (٢) وتر القوس الذي (٣) ينحاز (٤) فيما بين سمت الرأس وبين مكان القمر المرئى من دائرة نصف النهار وهى الدائرة المارة بقطبي (٥) معدل النهار وقد يتفق أن تكون هى المارة بقطبي (٦) البروج إذا كان القمر على المنقلبين وتكون هذه الدائرة برسم (٧) العرض وأولى الانقلابين لرصد العرض هو الصيفي وأولى النهايتين هى الشمالية فإن القمر إذا كان هكذا (٨) لم يكن له من اختلاف المنظر ما يكون له في الطرف المقابل (٩) ولما رصد بأسكندرية على الشرائط المذكورة وجد بعد مركز القمر من سمت الرأس جزئين وثمانى دقائق (١٠) وتكون العروض المرصودة فى أزمنة مختلفة متشابهة عند الحس هى (١١) خمسة أجزاء وأما لرصد اختلاف المنظر فأولى الانقلابين هو الشتوى وأولى (١٢) النهايتين هى الجنوبية فإن اختلاف المنظر يزيد مع زيادة البعد عن سمت الرأس ويكون غاية (١٣) زيادته حيث ما يكون غاية البعد فمن الأرصاد الدالة على استخراج حال اختلاف (١٤) المنظر رصد اتفق وكادت (١٥) الشمس تغرب

(١) : غير واضح

(٢) : وهو - وفى سا : فهى

(٣) : سا : التى

(٤) : سا : تنحاز

(٥) : سا : بقطبي

(٦) : سا : بقطبي

(٧) : سا : برسم

(٨) : سا : غير موجود

(٩) : سا : المتقابل

(١٠) [ولما رصد بأسكندرية على الشرائط المذكورة وجد بعد مركز القمر من سمت الرأس

جزئين وثمانى دقائق] : غير موجود فى سا

(١١) : سا : هى

(١٢) ف : ينتهى سياق الكلام فى آخر صفحة ١٠٦ وتكملته أول صفحة ١٠٥

(١٣) : سا : عادة

(١٤) : سا : غير موجود

(١٥) : سا : وكان

وكان بعد القمر في دائرة نصف النهار عن سمت الرأس خمسين جزءا ونصفها (١) وثلاثا (٢) وجزءا (٣) من اثني عشرة (٤) من جزء وكان (٥) تاريخ التحصيلات والتقويم يوجب أن تكون الشمس في الميزان (٦) بالحقيقة (٥ كح) والقمر بالحقيقة في الجدى (حى) وفي العرض على (سند م) (٧) من النهاية (٨) الشمالية وعرضه في الشمال (د نط) (٩) وميل النقطة التي كان عليها من البروج (كح مط) (١٠) وبعد معدل النهار عن سمت الرأس وهو عرض البلد حيث كان هذا الرصد وهو (١١) أسكندرية (١٢) (ل يـ ح) (١٣) وكان بعد القمر الخفي عن سمت الرأس (١٤) هو مجموع عرض البلد وميل الدرجة منقوصا منه عرض القمر وذلك تسعة وأربعون جزءا وثمانى (١٥) وأربعون دقيقة وكان بعده المرى (ن نه) (١٦) باختلاف (١٧) المنظر إذن (١٨) نحو جزء واحد وسبع دقائق وهو كله في العرض وليس منه في الطول ما يعتد به فإن الدرجة في أوائل الجدى والرصد للقمر هو (١٩) بقرب نصف النهار.

-
- (١) سا ، د : ونصف
(٢) سا ، هـ : وثلاث
(٣) سا ، د : وجزء
(٤) سا ، د : اثني عشر
(٥) سا : أو كان
(٦) سا : الميراث
(٧) ف : سيد م - وفي سا : ر س
(٨) [من النهاية] : غير موجود في سا
(٩) ف ، سا ، د : د يط
(١٠) ف : عح مط - وفي سا : يح مط
(١١) : هو
(١٢) سا ، د : الاسكندرية
(١٣) ف ، سا : لـ ح
(١٤) [من سمت الرأس] : غير موجود في سا
(١٥) : سا ، د : وثمانية
(١٦) ف : ن به - وفي سا : نايه
(١٧) سا : واختلاف
(١٨) سا : إذا
(١٩) سا ، د : وهو

فصل

في تبين أبعاد القمر (١)

فلتكن دائرة أب للأرض ودائرة ج د فلك يمر بمركز القمر ومركز الأرض ودائرة هـ ر دائرة لا تفعل الأرض عندها اختلاف منظر وليكن القمر على نقطة د و : ك مركز الأرض ومركز كل دائرة ونخرج (٢) ك د إلى ح من دائرة هـ ر ولتكن (٣) نقطة أ مكان (٤) الراصد وخط أ د ط خط الرصد فيكون (٥) ط ح اختلاف المنظر و : ط مكان القمر عند الرؤية و : ح مكانه الحقيقي (٦) ولنخرج ك ا ح هـ إلى سمت الرأس ولنخرج (٧) خط أ ر موازيا لخط ك ح فتكون زيادة ر ط على ح ط غير محسوسة لأن قطر الأرض لا يفعل في دائرة هـ ر أثرا محسوسا وزاوية هـ ك ح (٨) معلومة لأنها (٩) توتر (١٠) البعد الحقيقي (١١) المعلوم فتكون زاوية هـ أ ر (١٢) معلومة وزاوية هـ أ ط معلومة لأنها التي للبعد المرئي تبقى زاوية رأ ط معلومة بالرصد وهي مثل زاوية أ د ك (١٣) فلنخرج من نقطة أ عمود أ ل على ك ح فيصير مثلث أ ك ل معلوم النسب بحسب أ ك وهو نصف قطر الأرض وأيضا مثلث أ د ل معلوم الزاويتين (١٤) أي القائمة وزاوية أ د ل (١٥) وضلع أ ل فزاوية (١٦) د أ ل (١٧)

(١) [فصل في تبين أبعاد القمر] : غير موجود في سا ، د

(٢) سا : ويخرج (٣) سا : وليكن

(٤) سا ، د : مقام

(٥) سا : فتكون

(٦) سا : الحق

(٧) ف : غير موجود

(٨) سا : ك هـ

(٩) سا : لا

(١٠) سا : توتر

(١١) ف ، ب : الحق

(١٢) سا : د ك

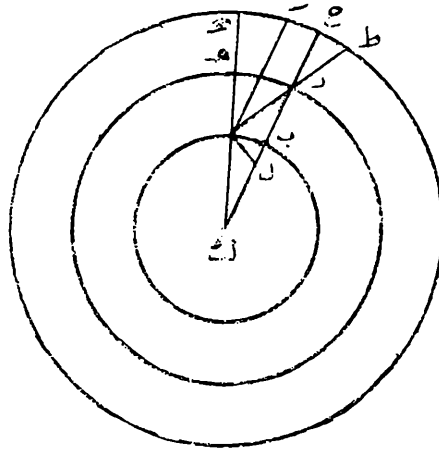
(١٣) سا : ا ك هـ

(١٤) سا : زاويتين

(١٥) [معلوم الزاويتين أي القائمة وزاوية ا د ل] : في هامش ف

(١٦) [ا د ل وضلع ا ل فزاوية] : غير موجود في سا

(١٧) سا : ب ا ل



شكل (٩٧)

الباقية بعد معلومات ثلاثة وضالع دل (١) معلومان (٢) فيصير نسبة جميع ك د إلى ك أ معلومة وقد (٣) كان بعد القمر عن مركز الأرض (٤) معلوم النسبة إلى نصف قطر الأرض في هذا الرصد وخرج لنا بالحساب أنه إذا كان أ ك واحداً كان ك د (لط مه) (٥) (*) فقد بان بهذا الشكل بعد القمر عند رصدها (٦) وقد

(١) سا : ا ل

(٢) سا : غير موجود

(٣) سا : فقد

(٤) سا : القمر

(٥) ف : كد لط مه (٦) سا : رصدها

(*) تعيين بعد القمر عن الأرض بطريق اختلاف المنظر :

في شكل (٩٧) لتكن دائرة ا ب هي الأرض مركزها نقطة ل ، ودائرة هـ د المتحدة معها في المركز تمر بمركز القمر نقطة د في لحظة الرصد حيث الراصد عند نقطة ا على سطح الأرض ، نقطة هـ سمت الرأس . ولنفرض دائرة هـ ر متحدة المركز ايضاً مع الأرض ولكن نصف قطرها كبير إلى درجة يمكننا معها إهمال اختلاف المنظر لنقط محيطها .

الوضع المرئي للقمر إذن هو نقطة ط على امتداد ا د ، وانوضع الحقيقي عند نقطة ح على امتداد ل د

نرسم ا ر موازيا ل ل ح ، والعمود ا ل على ل د

اختلاف المنظر = القوس ط ح = ط ر تقريباً لأن نصف قطر الدائرة كبير بالنسبة لنصف

قطر الأرض فتكون زاوية ح ا ر صغيرة جداً بحيث يمكن إهمالها

زاوية سمت الحقيقية = هـ ل ح = هـ ا ر معلومة فرضاً

وزاوية سمت المرئية = هـ ا ط معلومة

∴ زاوية ر ا ط معلومة

∴ زاوية ا د ل معلومة

يمكن أن نستخرج (١) من ذلك نسبة أبعاده عند الاتصالات والتربيعات ونسبة قطر فلك تلوينه إلى قطر الأرض فليخط شكل خارج المركز والتدوير وليكن القمر على ل من التدوير ولتوصل من القطر (٢) خطوطاً (٣) على مثال ما سلف ولنخرج عموداً (٤) د م ، رن (٥) وقد كان موضع القمر من الاختلاف معلوماً في هذا الرصد وكان (٦) بعد القمر من الأوج الوسط (ر س ب ك) (٧) ومن ك التي هي الحضيض الوسط باقى الأجزاء بعد نصف الدائرة (٨) وهي (ف ب ك) (٩) لكن ط ك وهو تعديل ما بين الحضيضين قد (١٠) خرج بالحساب الذى له تمام تسعين من (ف ب ك) (١١)

فى المثلث ا ل ل : زاوية ل = ٩٠ ، زاوية ل معلومة

$$\therefore \text{نعلم النسب } \frac{\text{ل ل}}{\text{ا ل}} ، \frac{\text{ا ل}}{\text{ل ل}}$$

وفى المثلث ا ل د : زاوية ل = ٩٠ ، زاوية ا د ل معلومة

$$\therefore \text{نعلم النسبة } \frac{\text{د ل}}{\text{ا ل}} \text{ اى } \frac{\text{د ل}}{\text{ا ل}} . \frac{\text{ا ل}}{\text{ل ل}}$$

$$\text{لكن } \frac{\text{ا ل}}{\text{ل ل}} \text{ معلومة } \therefore \frac{\text{د ل}}{\text{ا ل}} \text{ تصبح معروفة}$$

$$\text{ومن ذلك ينتج النسبة } \frac{\text{د ل} + \text{ل ل}}{\text{ا ل}} \text{ اى } \frac{\text{د ل}}{\text{ا ل}}$$

وتلك هى نسبة بعد القمر عن مركز الأرض إلى نصف قطر الأرض

وكانت نتيجة الأرصاد أن هذه النسبة = ٣٩,٧٥

ولمقارنة هذه النسبة بالحقيقة نذكر أن :

متوسط نصف قطر الأرض المقاس حديثاً = ٦٣٦٧ كيلو متراً

ومتوسط بعد القمر عن الأرض = ٣٨٤٤٠٠ كيلو متراً

\therefore النسبة = ٦٠ تقريباً

(١) سا : يستخرج

(٢) سا : النقطة

(٤) سا : عمود

(٥) سا : ا د م ، رن

(٦) ف ، سا ، د : فكان

(٧) سا : د س ب ل

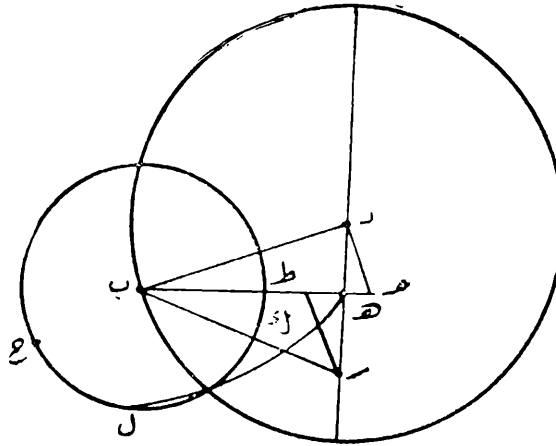
(٨) [بعد نصف الدائرة] : غير موجود فى سا

(٩) سا : ف ب ر

(١٠) ف : وقد -- وفى سا : فقد

(١١) سا : ب ل

وهو (ر م) (١) فكان جميع قوس ل ك ط تسعين جزءا فكانت (٢) زاوية
ل ب ط (٣) قائمة ولأن زاوية أ ه ب التي لضعف البعد معلومة يصير مثلث (٤)
د م ه مساويا (٥) ومساويا (٦) لمثلث (٧) ه ر ن (٨) ومعلومى (٩) النسب (١٠) وكذلك (١١)
يصير مثلث د ه ب (١٢) من ضلعين وقائمة معلوما (١٣) وتكون نسب د ب ، ه ب
وسائر الخطوط معلومة ولأن زاوية ه ب ل قائمة وضلعى (١٤) ه ب ، ل ب
معلومان يصير (١٥) ه ل معلوم النسبة إلى ب ل وكان معلوم النسبة في الشكل الأول إلى



شكل (٩٨)

نصف قطر الأرض ف : ب ل وهو نصف قطر التدوير و : د ب وهو نصف قطر

(١) سا ، د : [تسعة أجزاء وثلثان] بدلا من [ر م]

(٢) ف : فكانه

(٣) سا : ل ر ط

(٤) سا : مثاها

(٥) سا : مساوية

(٦) سا : التشابه

(٧) سا : ومثلث

(٨) سا : ه ر ر

(٩) سا : معلومى

(١٠) ف : ينتهى سياق الكلام في آخر صفحة ١٠٤ وتكملة أول صفحة ١٠٣

(١١) ب : غير واضح

(١٢) سا : د م ب

(١٣) ف ، سا : غير موجود

(١٤) ب ، سا ، د : وضلعا

(١٥) سا : فيصير

الخارج و : ه أ وهو بعد الاتصالات الوسطى و : ه ح وهو بعد التربيعات الوسطى والواصلات (١) كل ذلك معلوم نسبها (٢) إلى نصف قطر الأرض (*)

(١) ف ، سا ، د : الواصلان - وف : [الواصلان] وفوقها [الواصلات]

(٢) سا : نسبها

(٣) تعيين عناصر مدار القمر بالنسبة لنصف قطر الأرض :

في شكل (٩٨) ا ب ح الخارج ومركزة نقطة د ، ومركز البروج نقطة ه ، ع ل ط التدوير على مركز ف . ولنفرض أن ل موضع القمر في التدوير ، ونقطة ج هي الحضيض الوسط ، ونقطة ط هي الحضيض المرفى .

والمطلوب تعيين ب ل ، ه ا ، ه ح ، د ب بالنسبة إلى نصف قطر الأرض . وقد اختار ابن سينا لذلك رسدا معينا تم بمدينة الإسكندرية حيث كان بعد القمر عن الحضيض المرفى = ربع دائرة أى أن زاوية ل ب ط = ٩٠°

نصل ب د ، ب ط ه ، ب ل ر ، ه ل وننزل العمودين د م ، ر ن على ه ب .
∴ زاوية ا ه ب معلومة

∴ د ه م = ١٨٠ - ا ه ب معلومة

في مثلث د م ن : زاوية م = ٩٠ ، زاوية ه معلومة

∴ يمكن معرفة النصب $\frac{د م}{د ه}$ ، $\frac{د م}{د ب}$ أى $\frac{د م}{د ب}$ ، $\frac{د م}{د ب}$

وفى مثلث د م ب : زاوية م = ٩٠ ، النسبة $\frac{د م}{د ب}$ معلومة

∴ نستطيع معرفة النسبة $\frac{ب م}{د ب}$

أى يمكن معرفة النسبة $\frac{ب م - ب ه}{د ب}$ أى $\frac{ب ه}{د ب}$

وفى مثلث ه ب ل : زاوية ب = ٩٠ ، النسبتان $\frac{ب ه}{د ب}$ ، $\frac{ب ل}{د ب}$ معلومتان

∴ نعرف النسبة $\frac{ه ل}{د ب}$ أى $\frac{ه ل}{ب ل}$

لكن المعروف بما سبق قيمة ه ل بالنسبة لنصف قطر الأرض
∴ نعلم ب ل بالنسبة لنصف قطر الأرض ومن ذلك نعرف ب د

لكننا نعلم $\frac{ه د}{د ب}$

∴ نعرف د ه بالنسبة لنصف قطر الأرض وإذا جمعناها إلى د الذى يساوى د ب يخرج

لنا ا ه وبالمثل ه ح

فخط ه أ هو (نط) (١) وخط ه ح (٢) هو (لح مح) (٣) وخط ب ل (٤) هو (ه ي) ، ه ل : (لطمه) (٥) قال ومن معرفة هذه الأبعاد والزوايا التي تقع عند البصر يمكن أن نستخرج بعد الشمس ومقدارها (٦) فإننا إذا رصدنا أوساط الكسوفات وارتفاعاتها بقياساتها إلى الكواكب الثابتة المصححة الطول والعرض أو إلى الشمس (٧) أمكننا أن نحقق الأوقات المتوسطة للكسوفات ويتحقق منها الطول والعرض وأما الآلات التي تعرف بها الأوقات باعتبار عبارات (٨) الماء أو بأزمان مطالع الاستواء فلا يتوصل (٩) إلى تحقيق الأمر من ذلك .

فصل

في مقادير أقطار الشمس والقمر والظل
التي ترى في الاجتماعات والاستقبالات (١٠)

أما كيفية استخراجها بعد (١١) الشمس فقد تقدم أولاً فقال (١٢) إن الشمس قد رصد قطرها بذات الشعبتين بأن (١٣) ينظر من شعبتيها معا وتعتبر (١٤) الزاوية الواقعة بينهما (١٥) فكان لا يختلف قدرها في جميع أبعادها وأما القمر فقد كان يختلف

(١) سا : يط

(٢) سا : [و : ح ط ، ه ح] بدلا من [وخط ه ح]

(٣) سا : ل ح مح

(٤) سا : ل م

(٥) [ه ل : (لطمه)] : غير موجود في سا

(٦) سا : ومقداره

(٧) ف : الشمال

(٨) سا عبارات

(٩) ف ، ف يوصل

(١٠) [فصل في مقادير اقطار الشمس والقمر والظل التي ترى في الاجتماعات والاستقبالات] :

غير موجود في سا ، د

(١١) سا ، د لبعد

(١٢) سا ، د وقال

(١٣) ما غير موجود

(١٤) سا : ويعين

(١٥) سا بينها

قطره (١) عند الزاوية بحسب أبعاده (٢) فكان (٣) يرى (٤) مساويا (٥) للشمس عند بعده (٦) الأبعد وفيما دون ذلك يرى (٧) أكبر (٨) منها وأما القدماء فقد حكموا أنه إنما يرى مساويا للشمس عند بعده الوسط وكانوا أيضا قد غلطوا في مقدار (٩) مساحة الزاوية التي ترى عليها الشمس قال فإننا وجدناها أصغر مما ذكروا وإن كان تقدير هذه (١٠) المساحة غير محتاج إليه في تحقيق بعد الشمس وعظمها (١٩) فإن تقدير بطليموس لقطر الشمس (١٢) لم (١٣) يكن من جهة مساحة زاوية المسطرة فإن ذلك مما يعسر ضبطه وتحقيقه ولكن بكسوفات قمرية على ما سنوضح بعد واعتبار الرصد بهذه المسطرة إنما ينفع (١٤) في الدلالة على تساوى زاوية رصد الشمس وزاوية رصد القمر فإنهما إذا رؤيا معا (١٥) على زاوية واحدة لم يقع من ذلك خطأ في الحكم بتساويهما في ذلك البعد من القمر وأما تقدير هذه الزاوية ومساحتها من الآلة فذلك يعرض فيه (١٦) غلط كثير (١٧) ولما كان كذلك لم يعتبر من حال هذه الزاوية مساحة القطرين بل تساويهما بحسب الرؤية فقط وقد يعين (١٨) في ذلك كسوفات شمسية تامة (١٩) فإنها قد تكون في بعض الأوقات ذات (٢٠) مكث

| | | | |
|-----------------------|-----------------|-----------|--------|
| (١) سا | قطرها | (٢) سا : | أبعاده |
| (٣) سا : | فكانت | (٤) سا : | ترى |
| (٥) سا | مساوية | | |
| (٦) سا | بعدها | | |
| (٧) سا | ترى | | |
| (٨) سا | أكبر | | |
| (٩) سا | غير موجود | | |
| (١٠) سا | غير واضح | | |
| (١١) سا : | وغلطه | | |
| (١٢) [لقطر الشمس] : | غير موجود في سا | | |
| (١٣) ف : | لو لم | | |
| (١٤) ف | يقع | | |
| (١٥) سا : | سا ، د | غير موجود | |
| (١٦) سا : | غير موجود | | |
| (١٧) سا : | كبير | | |
| (١٨) سا | تعيين | | |
| (١٩) سا | غير موجود | | |
| (٢٠) ف : | في الهامش | | |

وفى بعضها لا يكون لها مكث وإذا كان لها مكث علم أن قطر القمر بالرؤية أعظم لاحتالة من قطر الشمس لأنه (١) يتحرك (٢) تحتها (٣) إلى مفارقتها (٤) وهو بعد لها (٥) ساتر وإذا لم يكن مكث (٦) فحينئذ يكون القطران متساويين فى الرؤية فإنه لو كان قطر القمر أصغر لما كانت الشمس تنكسف بكليتها ولو كان قطر الشمس أصغر لكان يكون لتمام الكسوف مكث ولم يوجد كسوف شمسي (٧) والقمر عند البعد الأبعد إلا (٨) ولم يكن له مكث وكانت كسوفاته النامة التى فى الأبعاد الوسطى والقريبة من الأرض ذات مكث فثبت من هذا أن قطره فى البعد الأبعد مساو لقطر الشمس وأما مقدار القطرين فقد بين له وجه (٩) امتحان من كسوفين أحدهما قد كان انكسف ربع قطره من جهة الجنوب وكان حساب التقويم من جهة الشمس (١٠) والقمر جميعا يوجب أن يكون القمر بعده من العقدة طك وكان قريبا من أوج التدوير إذ كان البعد (١١) بينهما قريبا من عشرين درجة لاسبع دقائق ولا محالة أن مركز التدوير يكون قريبا من أوج الحامل فكان (١٢) هذا البعد عن العقدة فى هذا القطع من المنروط الذى هو عند قرب القمر من أوج التدوير الذى هو على قرب من أوج الحامل يوجب هذا القدر من وقوع قطر القمر (١٣) فى الإظلام والثانى كسوف شامى كسف فيه مقدار نصف قطر القمر أوجب تقويم الشمس والقمر أن يكون البعد من العقدة (و مع) (١٤) والبعد من أوج التدوير قريبا من البعد الأول إذ كان ما بينهما (١٥) ثمانية وعشرون (١٦) جزءا وخمس دقائق وهذا التفاوت لا يؤثر فى البعد عن الأرض

-
- | | |
|--|----------------------|
| (١) سا : لأنها | (٢) سا : تتحرك |
| (٣) سا : تحته | (٤) سا : مفارقتها |
| (٥) سا : له | (٦) سا ، د : لها مكث |
| (٧) سا : غير موجود | (٨) سا : لا |
| (٩) ف : ينتهى سياق الكلام فى المخطوط فى آخر صفحة ١٠٤ وتكملته أول صفحة ١٠٣ | |
| (١٠) سا ، د : [القطر فيه] بدلا من [ربع قطره] | |
| (١١) [من جهة الشمس والقمر جميعا يوجب أن يكون القمر بعده من العقدة طك] وكان قريبا من أوج التدوير إذ كان البعد [: غير موجود فى سا | |
| (١٢) سا : فى الهاشمى | |
| (١٣) سا ، د : التدوير | |
| (١٤) ف : رمح - وفى سا . ر مع | |
| (١٥) فى هاشمى : [ما بينهما عشرين] | |
| (١٦) سا ، د : وعشرين | |

ما يعتد به فهذا القدر من البعد عن العقدة يوجب أن يكون الكسوف واصلا إلى مركز دائرة جرم القمر وعرض القمر في المقام الأول يكون (حـ مـ جـ ل) وعرض القمر في المقام الثاني يكون (هـ مـ مـ) (١) والفضل بينهما (حـ رـ ن) (٢) وربع قطر القمر يعدل (حـ رـ ن) (٣) فالقمر (٤) بأسره (٥) في هذا المقام يوتر (٦) من أعظم (٧) الدوائر (حـ لـ كـ) (٨) ونصف قطر المخروط في هذا الموضع يوتر (٩) العرض (١٠) المكتوب في الرصد الثاني إذ كان الكسوف تأدى (١١) إلى مركز دائرة القمر ومركز المخروط هو (١٢) على دائرة البروج دائما وهذا أصغر من ضعف وثلاثة (١٣) أخماس نصف قطر جرم القمر مما لا يعتد به وقد حقق (١٤) هذا الاعتبار وصدقه تواتر أرساد أخرى

فصل

في معرفة بعد الشمس (١٥) وما يتبين ببيانه (١٦)

قال (١٧) وإذا (١٨) قد (١٩) تقرر هذا فلنا (٢٠) سبيل إلى معرفة بعد الشمس

(١) سا : م م م (٢) سا : م ر ن

(٣) سا : م ر ن (٤) ف : والقمر

(٥) ف : في الهامش - وفي سا : بإيثره

(٦) سا : يوتر

(٧) سا ، د : [أعظم من] بدلا من [من أعظم]

(٨) سا : م ل ل

(٩) م : وتر - وفي ف : توتر

(١٠) سا : للعرض

(١١) سا : يادى

(١٢) سا : وهو

(١٣) سا : ثلاثة

(١٤) سا : يحقق

(١٥) ف : القمر

(١٦) [فصل في معرفة بعد الشمس وما يتبين ببيانه] : غير موجود في سا ، د

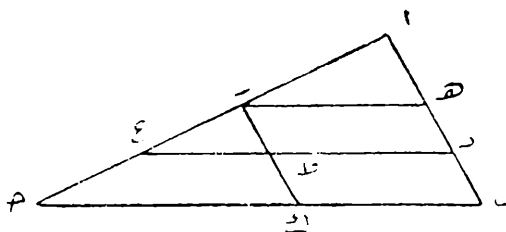
(١٧) سا : غير موجود

(١٨) سا : وإذا

(١٩) سا : غير موجود

(٢٠) م : هنا

وعظمها (١) واستخراج (٢) ذلك باعتبار كسوف (٣) قمرى (٤) ولنقدم له مقدمة فنقول إن (٥) مثلث أب ج قد خرج فيه دح موازيا لقاعدته و : ده مساو ل : ب وقد خرج من ه مواز (٦) آخر هو (٧) ه ر ف : ه ر ، جب (٨) جميعا ضعف دح فلنخرج ر ك موازيا ل : ب ه فظاهر أن ره ، ب ك (٩) مجموعين



شكل (٩٩)

ضعف د ط ونسبة ح ك : ط ح هي نسبة ك ر : ط ر (١٠) أعني ب ه : ده (١١) وهي نسبة الضعف ف : ج ك ضعف ط ح فجميع ر ه ، ب ك ، ك (١٢) ضعف جميع د ط ح (١٣) (*) فليكن دائرة ك ل م للأرض و : ح ده (١٤) للقمر في أبعد بعده

-
- (١) سا ، وعظمه
 (٢) سا ، د : واستخرج
 (٣) كسوفات
 (٤) سا ، شمسي
 (٥) سا ، غير موجود
 (٦) سا : موازي
 (٧) سا ، هر
 (٨) سا [ف : ره ، ب ك ، ج]
 (٩) ف : ره يط
 (١٠) ف : له ر ط
 (١١) سا : [هر] بدلا من [ب ه : ده]
 (١٢) ف : [ره و : له] - وفي سا [ره ، ب ك ، له] - وفي ب : له -
 في الهامش
 (١٣) سا : د ط ط ح (١٤) ف ، سا : [و : ح ره]
 (٥) مقدمة لتعيين بعد الشمس وحجمها :
 ا ب - مثلث فيه دح ، ه ر يوازيان القاعدة ب ه . فإذا كان ب د = ٢ د ه فإن ٢ د ح = ره + ب ه
 البرهان : في شكل (٩٩) نرسم ر ط له موازيا للضلع ا ب ليقابل دح في نقطة ط والقاعدة ب ه في نقطة له

و : أ ب ح (١) للشمس وقد كسفها القمر وهناك يرى جرماهما مماسين لمخروط البصر ولتكن (٢) هذه الدوائر في سطح واحد وليفصل هذا السطح من المخروط الذي تقطعه الشمس من ظل الأرض بـ سطح (٣) أ س ح ومن مخروط البصر الشامل للشمس والقمر سطح أ ن ح (٤) ولنصل نقط مماسات الدوائر لقطع المخروطين على أ ح ، ه ح ، ك م ونخرج ه ح إلى ر (٥) وليكن ع ق قطر دائرة الفل حيث يكون القمر في بعده الأبعد وليمر (٦) خط د س سبها (٧) للمخروط الكبير المار بالمراكز كلها وهي د ، ط ، ن (٨) ويقطع ع ق على ف وأنت تعلم أن كل خطين ، يخرجان (٩) من (١٠) نقطة واحدة بماسان (١١) دائرة واحدة (١٢) فهما متساويان فخطا (١٣) ح ن ، أ ن (١٤) وخطا (١٥) ن ح ، ن ه (١٦) وأيضاً خطا (١٧)

في متوازي الأضلاع ه ر ل ب : ه ر ل ب = ٢ د ط

$$\text{وفي المثلث ر ل ب : } \frac{\text{ل ب}}{\text{ط ر}} = \frac{\text{ل ب}}{\text{ط ه}}$$

$$\text{لكن } ٢ = \frac{\text{أ ب}}{\text{د}}$$

$$\therefore \text{ل ب} = ٢ \text{ ط ه}$$

$$\therefore \text{ه ر} + \text{ل ب} + \text{ب ل} = ٢ \text{ د ط} + ٢ \text{ ط ه}$$

$$\therefore \text{ه ر} + \text{أ ب} = ٢ \text{ د ه} \quad \text{وهو المطلوب}$$

(١) سا ، د [و : أ ب ح د]

(٢) سا ، د فلتكن

(٣) سا : سطح (٤) ف : ا ر ح

(٥) سا : ر ع

(٦) ف : ليمر - وفي سا ولنمر

(٧) سا : بينهما (٨) سا ط ، ر

(٩) سا ، د : يخرجين

(١٠) سا : عن (١١) ف مماسان

(١٢) [بماسان دائرة واحدة] : غير موجود في سا

(١٣) ف : فخط

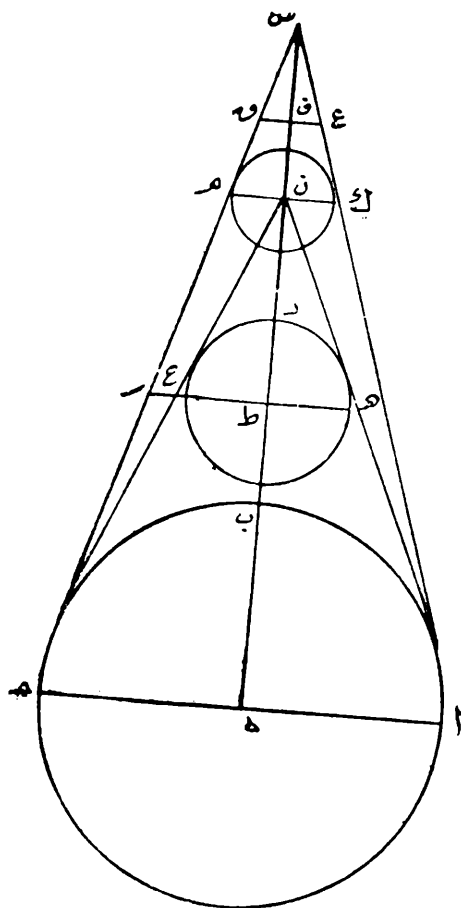
(١٤) ف : ح ن ، ا ر - وفي سا : ه ر ، ا ن

(١٥) ف ، سا : وخط

(١٦) ف ، سا : ر ح ، ر ه

(١٧) ف : خط

س ح ، س أ^(١) و : س ع ، س ق كل اثنين منها متساويان وبحيث مثلثات متساوية الساقين يفصل ساقا كل مثلث بقاعدته إلى متساويتين^(٢) فيكون أ ح ، ه ح^(٣) متوازيين وكذلك أ ح ، ك م وكذلك أ ح ، ع ق وهي في سطح واحد فكلها^(٤) متوازية وهي أقطار عند الحسن وإن لم تكن في الحقيقة بل كانت



شکل (۱۰۰)

متفاوته (۵) بشيء لا يعتد به وزاوية أ ن ج (۶) معلومة فنصفها ط ن ح (۷)

- (۱) سا : س ج ، س ا
(۲) ف ، سا : متساویین
(۳) سا : ا ح ، ح ه
(۴) ف : و کلها
(۵) سا : مفارقه
(۶) ف : ا ح - و فی سا : ا ر ح
(۷) سا : ط ر ح

معلوم (١) وزاوية ن ط ح (٢) قائمة لأنها مساوية لزاوية ن ط هـ (٣) ونخط (٤)
طن (٥) لأبعد البعد معلوم فمثلث ط ن ح (٦) معلوم نسب الزوايا والأضلاع
فنسبة ح ط إلى طن (٧) المعلوم النسبة إلى نصف قطار الأرض بل إلى ن م (٨) وهو
نصف قطار الأرض معلومة ونسبة ط ح إلى ف ق (٩) معلومة ف : ف ق معلوم
و : ف ق ، ط رهما ضعف م ن وهما (١٠) مجموعان (١١) معلومان و : ف ق ، ط ح
معلومان يبتى ح ر معلوما ونسبة ن م إلى ح ر (١٢) كنسبة ن ج إلى ج ح بل (١٣)
كنسبة ن د إلى ط د فبالتفضيل نسبة زيادة م ن (١٤) على ح ر (١٥) إلى ح ر (١٦)
كنسبة ن ط (١٧) المعلوم إلى (١٨) ط د (١٩) ف : ط د معلوم ف : ن د (٢٠)
معلوم ونسبة ط ح إلى د ح (٢١) كنسبة ن ط (٢٢) إلى ن د (٢٣) ف : ح د معلوم

-
- (١) سا : معلومة
(٢) ف ، سا : ر ط ح
(٣) سا : ر ط هـ
(٤) ف : ينتهى سياق الكلام في آخر صفحة ١٠٣ وتكملته أول صفحة ١٥٥
(٥) سا : ط ر
(٦) سا : ط ر ح
(٧) سا : (ط ح إلى ط ر) بدلا من [ح ط إلى ط ن]
(٨) سا ر م
(٩) سا : د ق
(١٠) سا : فهما
(١١) ف ، سا ، د : مجموعين
(١٢) سا : [م ن إلى ر ح] بدلا من [ن م إلى ح ر]
(١٣) (كنسبة ن ح إلى ح م بل) : غير موجود في سا
(١٤) سا : ف ق - وفي ب فوقها : ف ق
(١٥) سا : ر ح
(١٦) [إلى ح ر] غير موجود في سا
(١٧) فوقها في ب : ط د
(١٨) فوقها في ب : إلى ن ط المعلوم
(١٩) سا ، د : [د ط إلى طن المعلوم] بدلا من [ن ط المعلوم إلى ط د]
(٢٠) ف : [ف : ب د]
(٢١) ف : د ح
(٢٢) سا : ر ط
(٢٣) ف ، سا : ر د

وقد خرج ن د (١) وهو بعد الشمس من الأرض عند هذا الرصد ١٥ ١٢ (٢)
 وخط جد وهو نصف قطر الشمس (٣) (ه ل) بالتقريب وقد يعلم من م ن ، ف ق
 نسبة (٤) ن ف : ر س (٥) فيعلم ن س (٦) وخرج خط ن س (٧) ٢٦٨ (٨)
 وقطر القمر إذا فرض واحدا كان قطر الأرض (ج ك د) (٩) وقطر الشمس
 (ي ح م) ونسب (١٠) الأكر إلى الأكر كنسب أقطارها مثلثة فيكون جرم الأرض مثل
 جرم القمر (ل ط يه) (١١) بالتقريب وجرم الشمس مثل جرم القمر (١٢) ٦٦٤٤ (١٣)
 وجرم (٣٨) الشمس (١٤) مائة وسبعين مرة (١٥) مثل جرم الأرض (١٦)
 بالتقريب (١٧)

-
- (١) سا : ل د
 (٢) ف : ١٢١٥ - وفي سا ، د : ح ر ي
 (٣) سا : الأرض
 (٤) سا : غير موجود
 (٥) سا : ي س
 (٦) سا : ي س - وفي ا : غير واضح
 (٧) سا : [ح ط ، س ر] بدلا من [خط ن س]
 (٨) ف : ٢٩٨ - وفي ب ، د : ر س ح - وفي هاش ب : [أى إذا كان م ن
 واحدا]
 (٩) سا : ح ل د
 (١٠) سا ، د : ونسبة
 (١١) سا : ي ط له
 (١٢) [ل ط يه بالتقريب وجرم الشمس مثل جرم القمر] : في هاش ب
 (١٣) سا : [٧٧٤٤ مثلا ونصف] بدلا من [٦٦٤٤]
 (١٤) سا : الشمس مثل جرم الأرض
 (١٥) سا : مائة وستين مرة وربع
 (١٦) [مثل جرم الأرض] : غير موجود في سا
 (١٧) ف : غير موجود
 (٥) تعيين بعد الشمس وحجمها :

في شكل (١٠٥) ل ل م تمثل الأرض ومركزها نقطة ن ، ب ه الشمس ومركزها نقطة د ،
 ح د ه القمر في أقصى بعده عن الأرض عند كسوف الشمس . وليكن بجانبه غروط ظل القمر هـ
 ا ن ، ح م ن وغروط ظل الأرض ل ل س ، ح م س . ولنفرض أن ع ق قطر دائرة الظل
 إذا كان القمر هل نفس البعد من الجهة الأخرى للأرض . ونمده ط ح ليقابل بجانب غروط ظل الأرض
 في نقطة ر

∴ زاوية ا ن ح معلومة

∴ زاوية ط ن ح = $\frac{1}{4}$ ان ح = معلومة

في مثلث ط ن ح : زاوية ط قائمة ، ط ن ح معلومة ، نصف قطر الأرض م ن $\frac{ط ن}{م ن}$ معلومة

∴ يمكن معرفة النسبة $\frac{ط ح}{ن م} =$ نصف قطر القمر بالنسبة لنصف قطر الأرض

وكذلك يمكن معرفة ف ق بالنسبة لنصف قطر القمر

∴ نعرف النسبة $\frac{ف ق}{ط ح}$ أى أن $\frac{ف ق}{ن م}$ نسبة معلومة

لكن $ف ق + ط ر = ٢ ن م$ (انظر التمهيد)

∴ $\frac{ف ق}{ن م} + \frac{ط ر}{ن م} = ٢$ أى يمكن معرفة النسبة $\frac{ط ر}{ن م}$

ومن ذلك نعلم $\frac{ط ح}{ن م} = \frac{ط ر}{ن م} = \frac{ط ح}{ن م}$

لكن من مثلث ح ن م : $\frac{ن م}{ح ح} = \frac{ن م}{ر ح}$

ومن مثلث ن د ح : $\frac{ن د}{ط د} = \frac{ن ح}{ح ح}$

∴ $\frac{ن د}{ط د} = \frac{ن م}{ر ح}$

∴ $\frac{ن ط}{ط د} = \frac{ن د - د ط}{ط د} = \frac{ن م - ر ح}{ر ح}$

∴ $١ - \frac{ط ح}{ن م} = \frac{ن ط}{ن م} = \frac{\frac{ن د}{ط د}}{\frac{ن م}{ر ح}}$

∴ يمكن معرفة النسبة $\frac{ط د}{ن م}$

لكننا نعلم $\frac{ط ن}{ن م}$

∴ $\frac{ن د}{ن م}$ تصبح معروفة وهى بعد الشمس بالنسبة لنصف قطر الأرض

وكذلك في مثلث ن د ح : $\frac{ن ط}{ن د} = \frac{ط ح}{د ح}$

فصل

في اختلافات (١) المنظر الجزئية للشمس والقمر (٢)

ثم أن بطليموس ينتقل إلى تبين حال اختلاف منظر القمر من جهة معرفة أبعاده أنه (٣) إذا كان على أحد أبعاده المعلومة فكيف بعلم (٤) اختلاف منظره فرسم أول شكل (١٠١) شكلاً لاختلاف المنظر شبيهاً بالشكل الماضي فيكون ح موضعه الحقيقي و : ط (٥) موضعه المرئي ويكون ح ط اختلاف منظره وهو عند الحس مثل ر ط وقال (٦) وليكن (٧) ج د وهو بعد القمر عن سمت الرأس أجزاء معلومة فزاوية ك معلومة (٨) و : ل قائمة فمثلث أ ك ل معلوم النسب وكذلك مثلث ال د (٩) تصير (١٠) زاوية أ د ل بل ر أ ط (١١) معلومة ولا فرق بينهما وبين التي على المركز بالقياس

°: نعلم النسبة $\frac{ق}{ق م}$ وهي نصف قطر الشمس بالنسبة لنصف قطر الأرض والنتائج

التي وصل إليها ابن سينا هي :

بعد الشمس بالنسبة لنصف قطر الأرض = $١٢\frac{1}{3}$

ونصف قطر الشمس بالنسبة لنصف قطر الأرض = $\frac{3}{4}$

ونصف قطر القمر بالنسبة لنصف قطر الأرض = $\frac{9}{17}$

ومن ذلك استخراج نسب الأحجام

القيم الحديثة لنسبة نصف قطر الشمس = ١١٠ تقريباً

ونسبة بعد الشمس = ١٠٠٠٠ تقريباً

(١) ف : اختلاف

(٢) [فصل في اختلافات المنظر الجزئية للشمس والقمر] : غير موجود في سا ، د

(٣) ب : أي

(٤) سا : نعلم

(٥) [و : ط] : غير موجود في سا

(٦) سا : غير موجود

(٧) سا : ليكون

(٨) [فزاوية ل معلومة] : غير موجود في ف

(٩) في هامش ب : [لمعرفة ضلع د ل من معرفة د ل ، ل ل وضلع ال]

(١٠) سا : يصير

(١١) سا : ر ط

إلى دائرة ه ط (١) فقوس ر ط التي (٢) لا فرق بينها (٣) وبين ح ط (٤)
 في الحس معلومة وهو اختلاف المنظر في كل (٥) بعد معلوم (*) وزاوية (٦)
 ه أ ر. (٧) مساوية لزاوية ك وكذلك حسب استة (٨) أجزاء ستة أجزاء إلى تنمة
 تسعين ثم أخذ التفاضل في كل ستة أجزاء ستة أجزاء فقسمه على ثلاثة واعتمد فيه
 الاختصار (٩) والتقريب والتجوز (١٠) فأثبتته في الجداول (١١) على تفاضل اثنين

(١) سا : ط (٢) سا : أعنى التي

(٣) سا بينهما

(٤) سا : [خط] بدلا من [ح ط]

(٥) سا : غير موجود

(*) حساب اختلافات المنظر الجزئية للقمر عند الأوج أو الحضيض :

في شكل (١٠١) ا ب الأرض ومركزها نقطة ل ، ا الراصد ، ه سمت الرأس . وليكن القمر
 عند نقطة د ، ونفرض دائرة ط ح وه نصف قطرها لانهاى .

∴ الموقع الحقيقى للقمر هو نقطة ح

والموقع المرئى له هو نقطة ط

∴ ح ط هو الاختلاف عندما يكون القمر عند نقطة د

ويمكننا اعتبار أن ح ط = ط ر حيث أن ا ر يوازي ل ح

والمفروض أننا نعلم الزاوية السمتية للقمر ه ل ح ، وبعده $\frac{ل ح}{ا ل}$ بالنسبة إلى نصف قطر

الأرض . والمطلوب تعيين اختلاف المنظر .

ننزل العمود ا ل على ل ح

في المثلث ا ل ل : زاوية ل = ٩٠ ، زاوية ل ح معلومة

∴ يمكن معرفة النسبتين $\frac{ا ل}{ل ل}$ ، $\frac{ل ل}{ا ل}$

وفي المثلث ا د ل : زاوية ل = ٩٠ ، النسبتان $\frac{ا ل}{ل ل}$ ، $\frac{د ل}{ا ل}$ معلومتان

∴ يمكن معرفة زاوية ا د ل أى زاوية ر ا ط

هذه الزاوية هي مقياس للقسوس ط ر لأنه لا فرق بينها وبين ما إذا كانت عند المركز

وبما أن ط ر = ط ح تقريبا

∴ يمكن معرفة اختلاف المنظر لزاوية سمتية معلومة

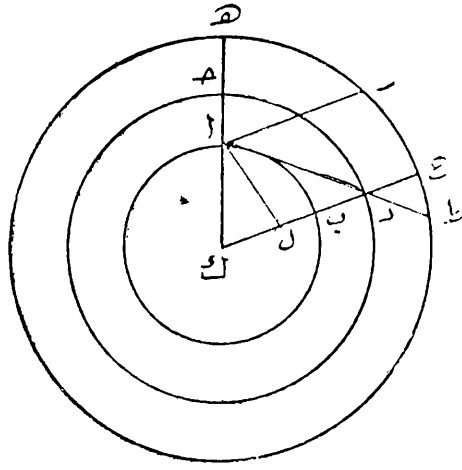
(٦) سا : غير موجود (٧) سا : [و ه ا ر]

(٨) ف كسنة

(٩) سا : كل الاختصار

(١٠) سا : غير واضح

(١١) ف ، سا ، د : الجدول



شكل (١٠١)

اثنين وقد رسم لاختلاف المنظر جداول أثبت في (١) الأول منها أجزاء الربع (٢) متزايدة الصفوف بجزئين جزئين إلى تسعين وهي أجزاء البعد من سمت الرأس وفي الصف الثاني اختلاف منظر الشمس وفي الصف (٣) الثالث اختلاف منظر القمر في (٤) الحد (٥) الأول وفي الصف (٦) الرابع فضل اختلافات المنظر في الحد الثاني على الحد (٧) الأول وفي الصف الخامس اختلافات (٨) المنظر في الحد الثالث وفي الصف السادس فضل الحد الرابع على الحد (٩) الثالث ولأن الأبعاد التي سلف (١٠) ذكرها للقمر وعلمت هي التي على الأوجين والحضيضين (١١) بحسب ما يعرف (١٢)

(١) ف : فيها

(٢) [أثبت في الأول منها أجزاء الربع] : غير موجود في ما

(٣) ما غير موجود

(٤) ما ، د : وفي

(٥) ما الجدول

(٦) ما غير موجود

(٧) ف ، ما ، د : غير موجود

(٨) ما ، د اختلاف

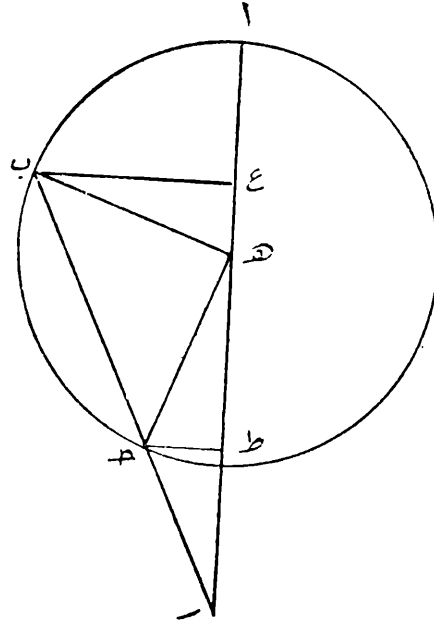
(٩) ما ، د : غير موجود

(١٠) ما : ينقلب

(١١) ما ، د : أو الحضيض

(١٢) ما ، د : ما يرى ونعرف

من وجوه (١) فإن (٢) كان مركز (٣) القمر زائلا أو مركز (٤) أو شكل (١٠٢) التدوير زائلا احتج أن يعلم البعد حتى يعلم اختلاف المنظر فليكن أ ب ج د (٥) للتدوير و : ر مركز الأرض ولنخرج ر د أ على أن د هو الحضيض المرتى و : أ هو الأوج المرتى وليكن ب نقطة زائلة عن الأوج المرتى عندها القمر أولا وليكن أ ب (٦)



شكل (١٠٢)

ثلاثين جزءاً ونصل ر ج ب (٧) ومن ب على قطر د أ عمود ب ح (٨) ومن ه المركز ه ب (٩) فلأن زاوية ه (١٠) معلومة و : ح قائمة و : ه ب (١١) معلوم فمثلث ه ب ح معلوم ف : ه ح معلوم (١٢) ف : ر ح كله و : ب ح معلومان فوترها

(١) سا ، د : وجوه القسمة - وفي ب غير واضح

(٢) سا ، د : فلو

(٣) سا : غير موجود

(٤) سا ، د : ومركز

(٥) سا : ا ب ح

(٦) ف ، سا ، د : غير موجود - وفي ب : في الهامش

(٧) ف : ح ب (٨) سا : ب ح

(٩) [ومن ه المركز ه ب] : غير موجود في سا

(١٠) سا : غير موجود

(١١) ف [و : ر ه]

(١٢) [ف : ه ح معلوم] : غير موجود في سا

ر ب معلوم^(١) وليكن القمر في هذا الشكل على ج وهو معلوم من الحضيض ونخرج عمود ج ط (٢) فيعلم ه ط فيبقى خط ر ط معلوماً ف : ر ح معلوم سواء^(٣) كان مركز التدوير على الأوج أو الحضيض^(*)

(١) [ف : ر ح كله و : ح معلومان فوترهما ر ب معلوم] : مكرر في سا

(٢) ف : ح ط

(٣) سا أو سواء

(*) حساب اختلافات المنظر عندما يكون مركز التدوير عند الأوج أو الحضيض بينما يكون القمر في أى مكان من فلك التدوير :

إذا أمكن تعيين بعد القمر عن الأرض في أى وضع أصبح اختلاف المنظر معلوماً .

في شكل (١٠٢) ا ب ح د التدوير ومركزه نقطة ه ، ولتكن الأرض نقطة ر .

نصل ر د ه فتكون نقطة د هي حضيض التدوير ، ونقطة ا ب أوج التدوير . ونفرض أن القمر عند نقطة ب ثم نصل ر ب ا

المفروض أننا نعرف زاوية ا ب د والمطلوب تعيين ر ب

ويمكننا أيضاً أن نفرض القمر عند نقطة ح

المفروض في هذه الحالة أننا نعرف زاوية د ه ح والمطلوب تعيين ر ح

من نقطتي ب ، ح نزل العمودين ب ع ، ح ط على ر د ا

في المثلث ر ب ع : زاوية ر ح = ٩٠ ، زاوية ه ح معروفة ، والنسبة $\frac{ر ب}{ر ح}$ معروفة

∴ يمكن معرفة النسبة $\frac{ر ب}{ر ح}$

ومن ذلك نعلم النسبة $\frac{ر ب + ر ح}{ر ح}$ أى $\frac{ر ب}{ر ح}$

وبالمثل يمكن معرفة النسبة $\frac{ر ب}{ر ح}$

وفي المثلث ر ب ع : زاوية ر ح = ٩٠ ، والنسبتان $\frac{ر ب}{ر ح}$ ، $\frac{ر ب}{ر ح}$ معلومتان

∴ يمكن معرفة النسبة $\frac{ر ب}{ر ح}$ وهو المطلوب

أما بالنسبة لوضع القمر عند نقطة ح :

في المثلث ر ب ح : زاوية ر ب = ٩٠ ، زاوية ه ب معلومة ، النسبة $\frac{ر ب}{ر ح}$ معلومة

وإن كان فيما ^(١) بينهما فليكن ^(٢) أ ب ج د ^(٣) خارج مركز على هـ و : ر مركز الأرض و : أ
أوج أ ^(٤) و ج : حضياً و : ب عليه مركز التدوير ونخرج ر ب إلى د ^(٥) وعمود ^(٦)
هـ ح ونصل هـ ب ، هـ د ^(٧) وليكن ^(٨) زاوية أ ر ب ، د ر ج ^(٩) ستين جزءاً
من أربع قوائم ووسط القمر إن كان على ب فالبعد بين النيرين ثلاثون ^(١٠) جزءاً لأنه
نصف البعد عن ^(١١) الأوج وإن كان على د فيكون البعد (ق ك) ^(١٢) جزءاً ^(١٣)
فلأن ضلع هـ ر الواصل وزاوية ^(١٤) أ ر ب ^(١٥) معلومة ^(١٦) و : ح قائمة ف : ح هـ

∴ يمكن معرفة النسبة $\frac{هـ ط}{ر}$

ومن ذلك نعلم النسبة $\frac{ر هـ - هـ ط}{ر هـ}$ أى $\frac{ر ط}{ر هـ}$

وبالمثل نعلم النسبة $\frac{ح ط}{ر هـ}$

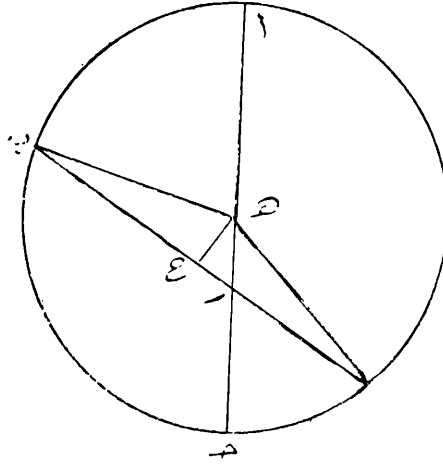
وفى المثلث ر ط هـ : زاوية ط = ٩٠ ، والنسبتان $\frac{ر ط}{ر هـ}$ ، $\frac{ح ط}{ر هـ}$ معلومتان

∴ يمكن معرفة النسبة $\frac{ر هـ}{ر هـ}$ وهو المطلوب

- (١) سا ، د : [أو] بدلا من [كان فيما]
- (٢) سا : ليكن
- (٣) سا : ب
- (٤) [و : أوجا] : غير موجود فى سا
- (٥) ف : در
- (٦) ف : عمود
- (٧) سا : هـ ب ، هـ د
- (٨) سا : فليكن
- (٩) سا : أ ر ب ، د ر ج
- (١٠) ب ، سا ، د : ثلاثين
- (١١) سا : على
- (١٢) سا : مائة وعشرين
- (١٣) سا : غير موجود
- (١٤) سا : وزاوية
- (١٥) سا : ر

(١٦) فى هاشم ب : [فاضلا د ر ج معلومة و : هـ معلوم ف : ح ب بل جميع ر ب معلوم]

معلوم وأيضاً ه ح ، ه ب معلوم وزاوية ح قائمة ف : ح ب بل جميع ر ب معلوم وأيضاً لأن زاوية ح (١) القائمة معلومة وضلعي (٢) ه ح ، ه د (٣) معلومان ف : رد بعد د ح (٤) معلوم ولأن (٥) ر ج (٦) وهو أحد بعدي النيرين (٧) معلوم و : ر أ وهو (٨) البعد الثاني من (٩) الأبعاد الموضوعة معلوم ففضل ر ب (١٠) على ر ج (١١) معلوم وكذلك ب ر ، رد (١٢) فبالشكل الأول (١٣) وبهذا الشكل استخراج معرفة أبعاده إذا كان زائلا عن الأبعاد المذكورة الأولى (*) فقد علم إذن أبعاد القمر



شكل (١٠٣)

-
- (١) سا : ح د
(٢) ب ، سا ، د : وضلع
(٣) ف : ح د ، ه ر
(٤) ف ، ب ، د : ر ج
(٥) ف : فلان
(٦) سا : ر ج
(٧) سا : التدوير
(٨) ف : هو
(٩) سا : بين
(١٠) سا : ب
(١١) ف ، سا ، د : ر ج
(١٢) ف : ب ، د ، رد - وفي سا : [في رد] بدلا من [ب ر ، رد]
(١٣) [فبالشكل الأول] : غير موجود في سا

(*) تعيين اختلافات المنظر إذا كان مركز التدوير بعيدا عن الأوج أو الخضيض :
في شكل (١٠٣) ب د خارج المركز ومركزه نقطة ه ، وليكن مركز الأرض نقطة ر ،
أ الخط الواصل بين الأوج والخضيض ، ولنفرض أن مركز التدوير عند نقطة ب
نصل ب ر ونمده إلى نقطة د

كلها كيف كانت فوضع صفاً سابعاً (١) أثبت فيه (٢) الدقائق التي يعدل (٣) بها مافي السطر الرابع فيزادان جميعاً على الثالث جمل (٤) فيه (٥) ما يخرج (٦) من زيادات البعد الأول على الأبعاد المرئية التي تحدث بزوال القمر على الأوج من التدوير والتدوير على أوج الحامل منسوبة إلى الزيادة العظمى التي هي نصف (٧) قطر التدوير أي زيادة البعد الأبعد على بعد يعدل (٨) من هذا الزوال كم نسبتها (٩) إلى نصف (١٠) قطر التدوير إذا فرض ستين وها هنا فقد حسب على أن نصف قطر التدوير (١١) (في ل) (١٢) ونصف قطر الخارج (مطما) (١٣) والبعد الوسط ستين (١٤) وهذا الصف

ويمكننا أيضاً أن نفرض مركز التدوير عند نقطة د .

نزل العمود هـ على بـ ر

من البعد بين الشمس والقمر يمكن معرفة زاوية ا ب ر أو ١٨٠ + د رـ لأن بعد مركز التدوير

عن الأوج = نصف البعد بين الشمس والقمر

في مثلث هـ ر ج : زاوية ج = ٩٠ ، زاوية ر معلومة ، هـ ر معلوم

∴ يمكن معرفة هـ ج ، ج ر

وفي مثلث هـ ج ب : زاوية ج = ٩٠ ، هـ ج معلوم ، ب هـ معلوم

∴ يمكن معرفة ج ب

∴ ج ب + ج ر = ب ر معلوم وهو المطلوب

وبالمثل في المثلث د هـ ج : زاوية ج = ٩٠ ، هـ ج ، د هـ معلومان

∴ يمكن معرفة د ج

∴ د ج - ج ر = د ر معلوم وهو المطلوب

(١) سا : [صفاتها معا] بدلا من [صفها سابعاً]

(٢) سا : فيها

(٣) سا : تعدل

(٤) سا : حصل

(٥) سا : فيها

(٦) سا [يخرج] بدلا من [ما يخرج]

(٧) سا : غير موجود

(٨) ف : بعد

(٩) ف ، سا ، د : نسبه

(١٠) في هامش ب : إلى قطر التدوير

(١١) [إذا فرض ستين وها هنا فقد حسب على أن نصف قطر التدوير] : غير موجود في ب

(١٢) ف ، سا ، د : ي ل

(١٣) سا : مطما

(١٤) سا : س .

السابع للدقائق التي يعدل بها ما في السطر الرابع فيزاد على الثالث (١) ثم وضع صفها
ثامناً لذلك (٢) بعينه وعلى وجهه ومركز التدوير على الخفيض (٣) فتكون
سطور العدد مأخوذة بالقياس إليها (٤) على أنها درج الزوال في الاختلاف ولما كانت
هذه الدرج مائة وثمانين (٥) لم يمكن (٦) أن تستوفي (٧) تسعين (٨) أو خمسة
وأربعين التي هي أجزاء سطور العدد فأخذ كل جزء مكان جزئين فوضع (٩) كل
ما يخرج بالحساب (١٠) بإزاء (١١) نصف (١٢) الدرج التي (١٣) خرج ذلك لها مثل
أنه (١٤) والحساب على أن قطر (١٥) التدوير ١٦ (١٦) وبعد مركز التدوير من (١٧) مركز
البروج (١٨) ٦٥ (١٩) وهذا النصف الثامن للدقائق التي يعدل بها ما (٢٠) في السطر
السادس (٢١) فيزاد على الخامس فإذا (٢٢) حصلت زيادة البعد الأول على البعد

(١) [وهذا النصف السابع للدقائق التي يعدل بها ما في السطر الرابع فيزاد على الثالث] :

غير موجود في سا

(٢) سا : كذلك

(٣) في هامش : [والحساب على أن قطر التدوير ١٦ وبعد مركز التدوير من مركز

الأرض س هـ]

(٤) سا : إليهما

(٥) ف : غير واضح

(٦) سا : يمكن

(٧) سا : يستوفي

(٨) سا : في تسعين

(٩) سا : يوضع

(١٠) سا : الحساب

(١١) سا ، د : بمقدار

(١٢) ف : نصف

(١٣) سا ، د : الذي

(١٤) سا : ا ب

(١٥) سا : مط

(١٦) سا ، د : لو

(١٧) سا : غير موجود (١٨) سا : غير موجود

(١٩) سا ، د : س هـ

(٢٠) سا : غير موجود

(٢١) سا ، د : [الوسط] بدلا من [السطر السادس]

(٢٢) سا : د : وإذا

المستخرج عند زوال ٦٥ (١) درجة كتب ذلك بهذا سطر (٢) ٣٥ (٣) ورتب صفاً تاسعاً أثبت (٤) فيه ما يكون من (٥) زيادة البعد الأول على الأبعاد التي تحدث من زوال مركز التلوير فأخذ (٦) تلك الزيادات ونسبها (٧) تلك النسبة إلى الزيادة العظمى التي هي (٨) ما بين كون المركز على الأوج وعلى الحضيض (٩) وهو مقدار الفاضل (١٠) على أنه (ك ل ح) (١١) وبعد مركز التلوير من مركز الأرض ٦٥ (١٢) وهذا الصف التاسع اللدقائق التي يعدل بها فضل (١٣) ما بين السطر (١٤) الثالث والخامس (١٥) فيزاد ما يخرج على الثالث أيضاً ولأن هذا الزوال يحدث زاوية عند مركز الأرض (١٦) هي ضعف البعد بين (١٧) النيرين فيكون نسبة سطور العدد إلى هذه الزيادات نسبة ضعف البعد بين النيرين (١٨) أو ضعف البعد بين أحدهما وتقاطر الآخر أيهما كان قرأ ب فإن زاد ضعف البعد على أجزاء الدور بضعف (١٩) ما يبقى ولأنه عرضها هنا مثل (٢٠) ما عرض في الزوال الأول فأخذ مكان الجزء جزءان صار المأخوذ مكان

-
- (١) سا ، د : ستين
(٢) سا ، د : سطرين
(٣) سا ، د : غير موجود
(٤) سا ، د : يبين
(٥) سا - : بين
(٦) ف : فاحد
(٧) سا ، د : نسبتها
(٨) سا : غير موجود
(٩) سا ، د : [على الحضيض وعلى الأوج] بدلا من [على الأوج وعلى الحضيض]
(١٠) سا : الراصل - وفي هامش ب : [الفاضل على أنه يو]
(١١) ف : ل ح كح
(١٢) سا ، د : مس .
(١٣) سا : حصل - وفي هامش ب : تحصيل
(١٤) سا : الشطر
(١٥) سا : غير موجود
(١٦) سا : وهي
(١٧) سا : س
(١٨) [فيكون نسبة سطور العدد إلى هذه الزيادات نسبة ضعف البعد بين النيرين] : غير موجود في سا
(١٩) ف : فضعف - وفي سا : ضعف
(٢٠) سا : غير موجود

البعد المضاعف^(١) موضوعاً بازاء البعد الغير المضاعف وبين أنه إذا كان الزوالان أما الذى للقمر وأما الذى لمرکز التدوير يوجب أبعاداً معلومة فيكون أيضاً بعد مايقى من طرح^(٢) مابقى عن^(٣) تمام الدور، عن الأوج معلوماً مساوياً للأول .

فصل

فى تعديل اختلاف المنظر وتفصيله^(٤)

قال فإذا أردنا أن نقوم اختلاف المنظر جعلنا^(٥) الإقليم الساعة التى بين دائرة نصف النهار والنير وهو قوس من الدوائر^(٦) المتوازية^(٧) بينهما على^(٨) ما علم وطلبنا^(٩) زاويته فى جدول الزوايا لذلك الإقليم والبرج^(١٠) على ما فى المقالات الماضية فقوسنا تلك الزاوية على ما بين فى جدول^(١١) فكان ذلك القوس التى بين سمت الرأس والنير^(١٢) وهو تمام ارتفاعه فأدخلناه فى سطور العدد فإن كان للشمس أخذنا^(١٣) ما يلزائه وهو^(١٤) اختلاف منظرها وأما للقمر^(١٥) فإننا نأخذ^(١٦) ما يلزائه من صفوف الحدود الأربعة كلا على حده ثم نعود فننصف^(١٧) لليلة المذكورة أجزاء

(١) سا ، د : المضاعف

(٢) سا : طرح

(٣) سا ، د : من

(٤) [فصل فى تعديل اختلاف المنظر وتفصيله] : غير موجود فى سا : د

(٥) سا : حصلنا

(٦) سا : التدوير

(٧) سا : الموازية

(٨) سا ، د : على قدر

(٩) سا ، د : فطلبنا

(١٠) سا : والبروج

(١١) سا ، د : جدواها

(١٢) سا : والبين

(١٣) سا : [أحد ما] بدلا من [أخذنا]

(١٤) سا : فهو

(١٥) سا ، د : القدر

(١٦) سا : نجد

(١٧) سا ، د : فنصفنا

قوس الاختلاف المقوم من الأوج الحقيقي وأخذنا تلك القوس (١) إن كانت أقل من قف (٢) واستعملناها (٣) بعينها (٤) وإن كانت أكثر أخذنا نصف فضل (٥) ثلثمائة وستين عليها واستعملناه (٦) فإذا فعلنا ذلك أخذنا ما يلزائها من الصف الثامن والسابع فيكون (٧) السابع لتعديل ما في الثالث بأن نضربه فيما وجدنا (٨) في (٩) الصف الرابع ويزاد على الثالث والثامن لتعديل الخامس بأن نضربه في المأخوذ من (١٠) السادس ونزيده على الخامس ثم أدخلنا أجزاء أقرب بعدد ما بين النيرين أو بين القمر ومقابلة الشمس المقوم في سطور العدد وذلك بأن ننظر في البعد فإن كان أقل من تسعين (١١) أخذناه (١٢) بعينه وإن كان أكثر منه وأقل من (قف) (١٣) أخذت (١٤) فضل مائة وثمانين (١٥) عليه فإن كان أكثر من مائة وثمانين (١٦) إلى (١٧) مائتين وسبعين (١٨) أخذت فضله على مائة وثمانين (١٩) وإن كان أكثر من ذلك أخذت فضل ثلاثمائة وستين (٢٠) عليه (٢١) وكذلك أخذنا (٢٢) ما يلزائه في الصف التاسع وحصلنا

-
- (١) [وأخذنا تلك القوس] : غير موجود في سا
(٢) سا : ثمانين
(٣) سا : استعمالها
(٤) سا : غير موجود
(٥) ف : غير موجود
(٦) سا ، د : فاستعملناها
(٧) ف ، سا ، د : ويكون
(٨) سا ، د : وجد
(٩) سا ، د : من
(١٠) سا : هن
(١١) ف : ص
(١٢) ف : سا ، د : أخذته
(١٣) [وإن كان أكثر منه وأقل من قف] : غير موجود في ف ، سا ، د
(١٤) ف ، سا ، د : وأخذنا
(١٥) ف : قف
(١٦) ف : قف
(١٧) ف : غير واضح
(١٨) سا : وتسعين - وفي ف : رض وصحتها ر ع
(١٩) ف : قف
(٢٠) ف : شس
(٢١) [وإن كان أكثر منه وأقل من قف أخذت فضله قف عليه فإذا كان أكثر من قف إلى رض أخذت فضله على قف فإن كان أكثر من ذلك أخذت فضل شس عليه] : في ها شس ف
(٢٢) سا : أخذ

فضل ما بين اختلاف منظري الصف الثالث والخامس (١) المقومين بالصف السابع والثامن كم هو فضر بناه (٢) فيما (٣) خرج من (٤) التاسع وقسمناه على ستين (٥) فما (٦) حصل (٧) زدناه على أقل المقومين فما بلغ (٨) فهو اختلاف المنظر المقوم من دائرة الارتفاع وأن (٩) هذه الغاية إنما بأن أمر اختلاف المنظر المقوم من دائرة الارتفاع وبأن (١٠) على أن القمر يكون على فلك البروج نفسه بلا عرض فإن الزوايا الموضوعة بساعاتها وقديها هي لأجزاء فلك البروج وإن أخذ (١١) هذا على أن للقمر عرضاً كان على سبيل التجوز (١٢) . والآن فنريد أن نبين اختلاف المنظر في الطول والعرض وأما كيف يكون هذا فأتى (١٣) بأمثلة (١٤) بالشكل (١٥) ليسهل تصوره (١٦) . لتكن دائرة (١٧) أ ب ج د دائرة (١٨) الأفق (١٩) وليكن

(١) ف ، سا ، د : والسادس

(٢) ف ، سا ، د : فضر بنا

(٣) ف ، سا ، د : فيه ما

(٤) ف ، سا ، د : في

(٥) ف : س

(٦) ف ، سا ، د : وما

(٧) ف : يحصل

(٨) [فما بلغ] : في هاشم ف وغير موجود في سا ، د

(٩) سا : وإلى

(١٠) [وأن هذه الغاية إنما بأن أمر اختلاف المنظر المقوم من دائرة الارتفاع بأن] : غير موجود في ف

(١١) سا : أحد

(١٢) سا : غير واضح

(١٣) سا ، د : فإذ

(١٤) ف ، سا ، د : أمثله

(١٥) ف : بشكل

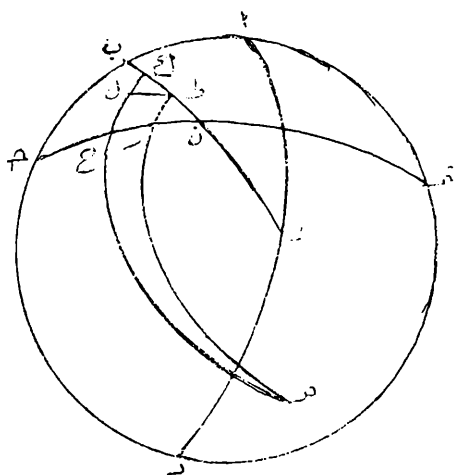
(١٦) سا : بصورة

(١٧) سا ، د : غير موجود

(١٨) ف ، سا ، د : غير موجود

(١٩) سا ، د : للأفق

قوس أود لنصف النهار ونقطه وفيها سمت الرأس شمالياً وليكن قوس ج ر ه (١)
نصف دائرة البروج و : ر (٢) درجة (٣) القمر من البروج شمالية و : م نقطة
قطب البروج وقد خرج من م قوس إلى (٤) ر وإلى (٥) ط وهو موضع القمر
المحقق في عرضه وقوس و ط ك ب (٦) هي قوس الارتفاع وقد علم أنها تمر
بموضع القمر الحقيقي والمرئي معاً لأنها تأتي (٧) مركز القمر وتنفذ (٨) إلى الموضع
المرئي فإذا اتصل بمركز (٩) القمر (١٠) خط (١١) من مركز البروج مر بخط السميت
أيضاً وكانت النقطة المقاطعة لمركز القمر ومركز القمر معا يحاذيان من الطول والعرض



شكل (١-٢)

نقطة واحدة فيكون الأمر على ما قلناه من أن خط السميت يمر بالموضعين فلتكن (١٢)

-
- (١) ف ، سا ، و
(٢) [و : ر] : غير موجود في سا
(٣) سا : و درجة
(٤) ف : ا
(٥) ف ، سا ، د : إلى
(٦) سا : و ط ب
(٧) سا : غير واضح
(٨) سا : غير واضح
(٩) ف : في الهامش - وفي سا : د : غير موجود
(١٠) ف : [بمركز بموضع القمر] بدلا من [بمركز القمر]
(١١) سا ، د : بخط
(١٢) سا : فليكن

نقطة (١) ك موضعه المرئي فيكون قوس ط ك هو انحرافه الكلى وهو إلى الجنوب لأن ط تكون (٢) أقرب إلى سمت الرأس من ك ، ك (٣) تكون على (٤) الجنوب ولنخرج من قطب البروج إلى ك الذى هو موضعه المرئي قوس م ح ك (٥) يقطع دائرة البروج على ح (٦) و : ح أقرب إلى المشرق من ر فيكون موضعه من البروج لو (٧) كان القمر بالحقيقة على ك لكن ذلك بالرؤية ف : ح (٨) موضع القمر من البروج بالرؤية ف : ر ح انحراف منظر القمر في الطول وهو إلى المشرق على توالى البروج لأن ك أبعد من نقطة (٩) التقاطع إلى الأفق فيكون (١٠) ح أبعد من ر ولأن نقطة ن (١١) هى نقطة التقاطع بين السميتية (١٢) والبروجية ف : ح ك (١٣) أطول من ط ر فعرضه المرئي (١٤) أزيد فلنوجد ح ل (١٥) مثل ر ط فيكون (١٦) ل ك هو التفاوت بين العرض الحقيقى والعرض المرئى فهو اختلاف المنظر فى العرض ولأن قوسى (١٧) م ح ، م ر (١٨) متساويتان (١٩) و : ر ط ، ح ل متساويتان (٢٠) يكون م ط

-
- (١) سا : غير موجود
(٢) سا : يكون
(٣) سا : ل ك
(٤) سا ، د : إلى
(٥) ف : ف ح ل - وفى سا : م ح ل
(٦) ف ، سا ، د : د
(٧) ف : إذا
(٨) سا : يح
(٩) ف ، سا ، د : غير موجود
(١٠) ف : فنيكن
(١١) ف ، سا ، د : ر
(١٢) ف : الشمسية - وفى سا : السميتية
(١٣) سا : [ف : ح ل]
(١٤) ف ، سا ، د : غير موجود
(١٥) ف : ح ل
(١٦) ف ، سا ، د : يكون
(١٧) سا : قوس
(١٨) ف : ح م ، م ر
(١٩) ف ، سا ، د : متساويان
(٢٠) ف : متساويان - وفى سا : [و : ر ط ، ح ل متساويان] غير موجود

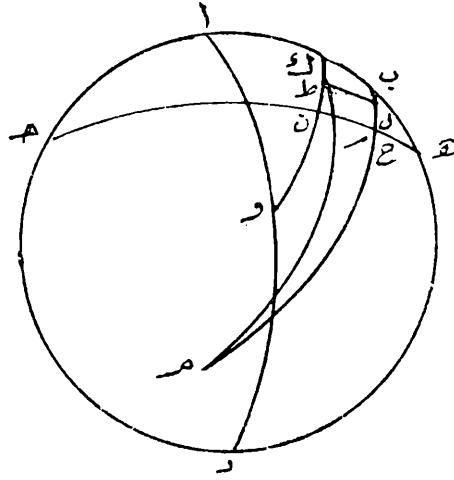
م ل (١) متساويتان (٢) أيضا (٣) فيكون ط ل بالحقبة أطول من رح
 لكنه قد يعرض أحيانا أن نجعل هذه القسي كأنها خطوط مستقيمة لصغرهما في ذلك
 الموضع فإذا جعلت خطوط مستقيمة وكانت زاويتا ر : ح قائمتين (٤) جعل ط ل
 موازيا ل : رح ومساويا على سبيل التجوز وحيث لا يقع فيه خلال كبير (٥) فيكون
 ط ل بالتقريب مساويا هناك لاختلاف المنظر في الطول أعني مساويا ل : رح فيكون
 مثلث ط ك ل تشتمل عليه أضلاع ثلاثة كلها انحرافات، أما ط ك (٦) فالانحراف
 الكلي وأما ط ل (٧) فالطولي وأما ك ل (٨) فالعرضي (*) وإذا كانت زاوية
 ط ر ن (٩) قائمة فزاوية ط ن ر (١٠) حادة فزاوية ون ح (١١) منفرجة فحيث (١٢)
 الانحراف على (١٣) على توالى البروج فالزاوية السميتية (١٤) الشمالية منفرجة وقد (١٥)

- (١) ف ، سا ، د : ر ط ، م ل
 (٢) ف متساويين - وفي سا ، د : متساويان
 (٣) ب وأيضا (٤) ب : قائمتان
 (٥) سا : كبير (٦) ف ، سا ، د : ط ل
 (٧) ف ط ل
 (٨) ف : ل ر - وفي سا : ل ن
 (*) توضيح اختلاف المنظر في الطول والعرض :
 في شكل (١٠٤) ا ب د الأفق ، ا و د نصف النهار حيث نقطة سمت الرأس ، ح د البروج ،
 نقطة م قطب البروج . ولنفرض أن نقطة ط هي الموضع الحقيقي للقمر ، فتكون و ط هي القوس
 السميتية الحقيقية وهي أقل من القوس السميتية المرئية ، فيكون الموضع المرئي للقمر نقطة ل .
 نصل م ط ، م ل ليقطعا البروج في ر ، و نرسم ط ل موازيا ر ح ، فيكون ط ل هو اختلاف
 المنظر الكلي ، ط ل اختلاف المنظر في الطول ، ل ن اختلاف المنظر في العرض .
 ونلاحظ هنا أن العرض المرئي أكبر من العرض الحقيقي ، أي أن اختلاف المنظر في العرض
 موجبا بإعتبار أن :

اختلاف المنظر في العرض = العرض المرئي - العرض الحقيقي
 وذلك في حالة وقوع البروج بين القمر وبين سمت الرأس

- (٩) ف : ط ر ب
 (١٠) ف ، سا ، د : ط ر ب
 (١١) ف : و ل ح - وفي سا ، د : و ب ح
 (١٢) سا ، د : غير واضح
 (١٣) سا : من
 (١٤) ف : الشمسية
 (١٥) ف : في الهاشن - وفي سا ، د : غير موجود

يمكنك (١) أن تعكس هذا وتعلم أنه إذا كانت السميتية (٢) الشمالية (٣) حادة (٤) فإن القائمة وانحرافها تقع شرقيا ولو وقعت نقطة ح أقرب إلى ن (٥) من ب (٦) حتى تكون غربية لكان ك تقع (٧) بين ن ، ط (٨) فيكون الانحراف بسمت (٩) شمالي إلى الشمال وهذا لا يمكن لأن (١٠) الانحراف يقع (١١) إلى البعد لا إلى القرب ولنمثل لهذا شكلا آخر يكون فيه السميت شماليا لكن القمر غربي جنوبي العرض فنعلم الانحرافات على قياس ذلك ونتصور أن الكلى إلى الجنوب كما كان وأن (١٢)



شكل (١٠٥)

-
- (١) سا ، د : ويمكنك
 (٢) ف : الشميتية
 (٣) ف ، سا ، د : غير موجود
 (٤) [منفرجة] - ومكتوب فوقها [حادة] - وفي هامش : [ويمكنك أن
 تعكس هذا وتعلم أنه إذا كانت السميتية حادة فإن القائمة وانحرافها تقع غربياً لا شرقياً]
 (٥) سا : ر
 (٦) سا : ر
 (٧) سا : يقع
 (٨) سا : ل ، ط
 (٩) ف : سمت
 (١٠) سا : أن
 (١١) [بين ن ، ط فيكون الانحراف بسمت شمالي إلى الشمال وهذا لا يمكن لأن الانحراف يقع] :
 في هامش ف
 (١٢) سا : فإن

الطول^(١) إلى المغرب ونعلم أن الزاوية الشرقية الشمالية حادة إذ التي تقاطعها وتلي القائمة حادة وبقاها الغربية الشمالية التي إلى أفق الجهة منفرجة كما كان في الأول(*) وأنت إذا جعلت سمت الرأس وهو (٢) نقطة (٣) وجنوبية ثبت (٤) أن الانحراف يكون شماليا فإن الأمر^(٥) في الزوايا بالعكس وقد ظهر لك من هذا أنه ربما كان الطول المرئي في جهة الطول الحقيقي ويزيد عليه وربما كان في غير وجهته^(٦) وينقص منه وذلك^(٧) مثل ذلك في العرض فإنه إذا كان منطقة البروج بين السميت وبين الكواكب^(٨) كان العرض المرئي^(٩) على^(١٠) الجهة المقابلة زائداً^(١١) في العرض الجنوبي^(١٢) الحقيقي وإذا كانت منطقة البروج ليست جهة السميت فقد يقع اختلاف العرض ناقصا مثاله^(١٣) لتكن دائرة أب ج د^(١٤) للأفق^(١٥) و : أود^(١٦) لنصف النهار . و : جر هـ^(١٧) للبروج و : جح هـ^(١٨) للمائل و : و سمت الرأس و : ط موضع القمر بالحقيقة و : ب ط و دائرة الارتفاع^(١٩) و : ي^(٢٠) موضعه

(١) سا : الطول

(*) نفس ماسبق ذكره في حالة ما إذا كان القمر في الناحية الأخرى من نصف النهار - شكل (١٠٦)

(٢) سا : وهي (٣) سا د

(٤) ف ، سا ، د يثبت

(٥) سا ، د : وأن

(٦) سا جهة

(٧) ف ، سا ، د : ذلك

(٨) ف الكواكب

(٩) ف في الهامش - وفي سا ، د غير موجود

(١٠) سا ، د إلى

(١١) ف ، سا ، د زائدة

(١٢) ف في الهامش - وفي ف ، سا ، د : غير موجود

(١٣) ف بين السطرين - وفي سا ، د غير موجود

(١٤) سا : هـ

(١٥) ف ، سا ، د الأفق

(١٦) ف : [و : د هـ] - وفي سا [و : ا د هـ]

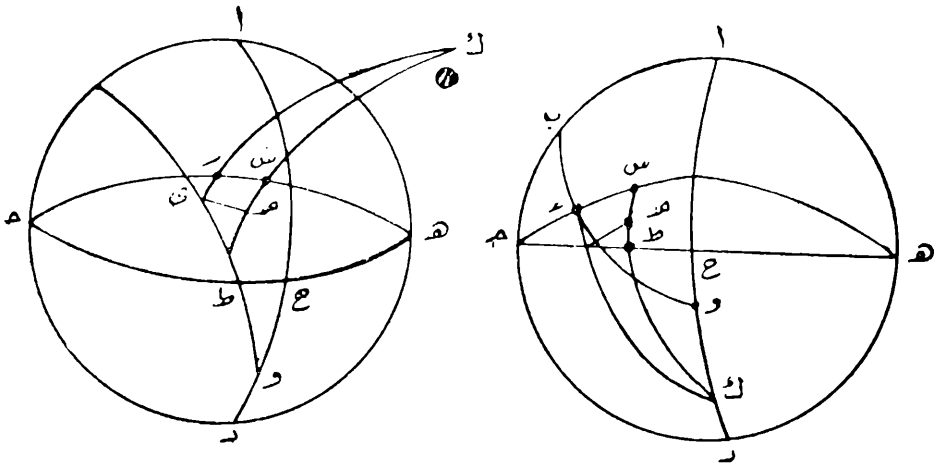
(١٧) سا : [و : هـ]

(١٨) ف ، سا ، د : [و : هـ]

(١٩) [و : ب ط و دائرة الارتفاع] : غير موجود في ف ، سا ، د

(٢٠) سا : وفي

بالرؤية و : ك ط م س (١) من القسي العرضية وكذلك ك ي ر (٢) وقد علمت
أن ط ي اختلاف المنظر الكلي و : س درجة الكوكب و : س ط عرضه الحقيقي
و : ر ي عرضه بحسب الرؤية و : م ط اختلاف منظره في العرض ناقصاً (*) وقد



شكل (١٠٦)

تقع صورة الشكل بحيث لا يكون هناك اختلاف منظر في العرض أصلاً (٣)
وذلك إذا كان سمت الرأس على دائرة البروج (٤) والقمر على تلك
الدائرة مثاله أ ب ج د أفق (٥) و : أ هـ ج لنصف النهار و : هـ سمت الرأس و : و
موضع القمر بالحقيقة و : ر موضعه بالرؤية وقوس و ر انحرافه الكلي وهو بعينه
الطولي (٦) وليس ر (٧) خارجاً عن البروج بالرؤية حتى يكون له عرض بالرؤية (٨)

(١) ف [و ل م ط] - وفي سا : [ل م ط]

(٢) ف ، سا ، د : ل ر ي

(*) نظرية ٣١ : إذا وقع القمر بين البروج وبين سمت الرأس كان اختلاف المنظر في العرض سالباً

البرهان في شكل (١٠٦) أ ب ج د الأفق ، أ و د نصف النهار ، هـ ر هـ البروج ، ح هـ فلك القمر .

ولكن نقطة و هي سمت الرأس ، ونقطة ط الموضع الحقيقي للقمر ، ونقطة ي موضعه بالرؤية

∴ اختلاف المنظر الكلي هو ط ي ، والعرض الحقيقي س ط ، والعرض المرئي ر ي .

أما اختلاف المنظر في العرض فهو م ط ويكون العرض المرئي أقل من الحقيقي

أي أن اختلاف المنظر في العرض يكون سالباً

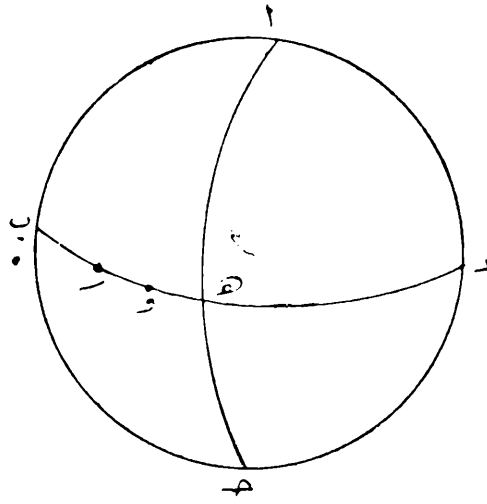
(٣) سا : غير موجود (٤) سا : غير موجود

(٥) ف ، سا ، د : (أفق أ ب ج) بدلا من (أ ب ج د أفق)

(٦) ف في الهاشم - وفي سا : الطول

(٧) ف : سا -- وفي ب : ن

(٨) [حتى يكون له عرض بالرؤية] : غير موجود في سا



شكل (١٠٧)

أو بالحقيقة(**) وقد تقع صورة الشكل بحيث لا يكون اختلاف منظر في (١) الطول البتة بل في العرض وذلك أنه إذا كان القمر (٢) على تسعين (٣) من الأفق وأنت تعلم أنه ليس يجب أن يكون تسعين (٤) في كل وقت على وسط السماء بل ربما كان زائلا وإنما يكون في وسط السماء إذا كانت الدائرة المارة بالأقطاب الأربعة منطبقة (٥) على وسط السماء لكن بطليموس قد يتجاوز في كثير من المواضع فيجعل القمر إذا كان في وسط السماء كيف كان وكأنه (٦) لا اختلاف منظر له في الطول يعتمد به

(**) نظرية ٣٢ : ينعدم اختلاف المنظر في العرض إذا وقع القمر على البروج ومرت دائرة البروج بسمت الرأس

البرهان : في شكل (١٠٧) ا ب د الأفق ، ا هـ ح نصف النهار حيث نقطة هـ سمت الرأس ، د هـ ا البروج ، وليكن الموضع الحقيقي للقمر عند نقطة و ، فمن الواضح أن الموضع المرئي ر يقع على دائرة د هـ ا المارة بسمت الرأس

∴ اختلاف المنظر الكلي هو و ر وذلك يساوي اختلاف المنظر في الطول

أما اختلاف المنظر في العرض = صفر

(١) سا : إلى

(٢) ف ، سا ، د : المنظر

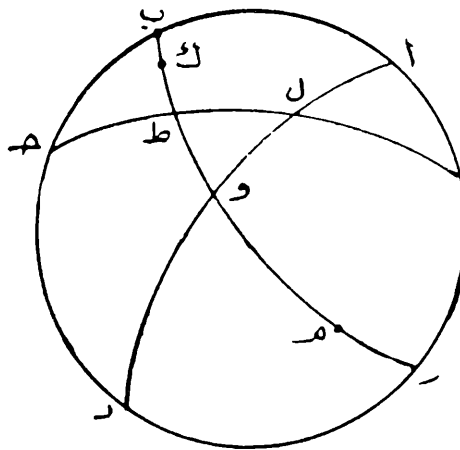
(٣) ب : ص

(٤) ب : ص

(٥) سا : منطقة

(٦) ب : كأنه

وأما بالحقيقة فإنما يكون الأمر على ما نقول (١) إذا كان (٢) بالصفة المذكورة ولنمثل (٣) الشكل للزوال (٤) وليكن (٥) أب جده للأفق و : أود لنصف النهار (٦) و : جل ه (٧) للبروج و : ل وسط السماء من الدروج (٨) التي



شكل (١٠٨)

بين أول الجدي إلى آخر الجوزاء ويكون بين نقطة ل وبين نقطة ج الطالع أكثر من تسعين (٩) ويقع (١٠) م وهو قطب فلك (١١) البروج إلى جهة المغرب و : ط درجة الكوكب والكوكب عليها أو على ك وليكن و سمت الرأس و : ب ط الارتفاع وليكن (١٢) ط ل أو و ط أو و ك (١٣) تمام الارتفاع المرئي و : ط (١٤) تقسم

-
- (١) ب ، سا ، د : نقوله
 (٢) سا مكرور
 (٣) سا : وليل
 (٤) سا إلى الزوال
 (٥) ف ، سا ، د : ليكن
 (٦) [ا ب جده للأفق و اود لنصف النهار] : غير موجود في سا
 (٧) ف ، سا : جل ه
 (٨) ب : البروج - وبين السعارين [الدروج]
 (٩) ب : ص
 (١٠) ف ، سا : ويقع
 (١١) ف ، سا ، د : غير موجود
 (١٢) [و سمت الرأس و : ب ط الارتفاع وليكن] : غير موجود في ف ، سا ، د
 (١٣) سا : [و ط ل أو و ط ل م] بدلا من [ط ل أو و ط ل أو و ل]
 (١٤) ف : [ف : ط]

قوس (١) ج ه بنصفين ط ك (٢) الانحراف أو ك م والقول فيهما سواء فإذا (٣)
أخرج (٤) من م قوس يمر بسمت الرأس وهو قطب الأفق كان ماراً (٥)
بقطبي (٦) دائرة أ ب ج د ودائرة البروج فوجب أن تقسم الدائرتين أرباعاً فتقع
إذن (٧) على ط وتنطبق على دائرة الارتفاع فلا (٨) تفعل انحرافاً في الطول البتة
بل في العرض وهو قوس ط ك (٩) أو ك م فهو الانحراف الارتفاعي والعرضي
معاً ويسمى قوس ر ط (١٠) عرض إقليم الرؤية وفي هذا الموضع (١١) فإن الزاوية
السميتية (١٢) تكون (١٣) قائمة (*) فهذا وجه بيان أحوال انحراف (١٤) المنظر

(١) ف : في الشامش - وفي سا ، د : غير موجود

(٢) ف : [و : ط ر ل] - وفي سا [و : ط ل]

(٣) ب : وإذا (٤) سا : خرج

(٥) ب : [كانت مارة] فلا من [كان ماراً]

(٦) سا : بقطبي

(٧) ب : [الآن] - وفي الشامش [إذن] وفي سا : إذا

(٨) ما : ولا

(٩) ف ، سا ، د : ط ل

(١٠) سا وط

(١١) سا : غير موجود

(١٢) ف : الشمسية

(١٣) ب : غير موجود

(*) نظرية ٣٣ : ينعدم اختلاف المنظر في الطول إذا كان بعد درجة طول القمر عن الأفق ٩٠° مقاساً
على دائرة البروج

البرهان : في شكل (١٠٨) ب د الأفق ، ا و د نصف النهار حيث نقطة و سمت الرأس ،
ح ل ه البروج حيث ل تقاطعه مع نصف النهار (ل : وسط السماء) .

ولنفرض أن م قطب البروج ، ط درجة القمر حيث القمر نفسه إما عند نقطة ط أو عند نقطة ل ،
وحيث ط منتصف قوس البروج أي أن ه ط = ط ح = ٩٠°

والمطلوب إثبات أن اختلاف المنظر في الطول = صفر أو إثبات أن الدائرة م و تمر بنقطتي
ط ، ل وتكون عمودية على البروج

والبرهان على ذلك واضح لأن الدائرة م و تمر بقطبي الأفق وبقطبي البروج إذن فهي :

أولاً تكون عمودية على كل من ح ل ، ح ب

ثانياً تقسم ح ط ح : ح ب ح أرباعاً

أي أن تقاطعها مع ح ل يبعد عن كل من ح ، ب بمقدار ٩٠°

∴ التقاطع هو نقطة ط وهو المطلوب

(١٤) سا : غير موجود

وإذا علم الانحراف الكلى وزاويته^(١) التى فى طرفه والزاوية التى يوترها قائمة سهل معرفة الانحرافين الآخرين^(٢) لأن هذه^(٣) الخطوط تعد مستقيمة فيحدث^(٤) فيها مثلث قائم الزاوية معلوم الزوايا و ضلع فتعلم الأضلاع لأنه^(٥) إذا صار الانحراف معلوما وزاوية طرفه معلومة ومو يوتر^(٦) قائمة صارت^(٧) الزوايا كلها معلومة وكذلك^(٨) نسب^(٩) أضلاعها ثم قد ظهر لك من هذه الأشكال أنه إذا كان سمت الرأس شماليا فاختلف^(١٠) المنظر جنوبي وإذا كان جنوبيا فاختلف المنظر شمالي وإذا كان المائل^(١١) بين سمت الرأس والبروج كان الانحراف العرضى ينقص من الصحيح^(١٢) وإن كان فلك^(١٣) البروج^(١٤) متوسطا كان الانحراف العرضى زائداً وبان من أمر الطول أنه إذا كانت الزاوية السمئية^(١٥) الشرقية الشمالية منفرجة فإن الانحراف الطولى إلى المشرق أو حادة فى المغرب وعلى عكس البروج هذا فى الانحراف الذى إلى الجنوب فإن كان إلى الشمال فالأمر بالعكس وأنه إذا كانت الزاوية قائمة فلا انحراف فى الطول ولما بين بطليموس هذه^(١٦) الأشياء عاد فذكر أن كلام من قبله فى انحراف^(١٧) المنظر الارتفاعى ليس على الحقيقة وإنما هو تقريب^(١٨)

(١) سا : فراويته

(٢) سا : غير موجود (٣) ب : بين السطرين

(٤) ف ، سا ، د : فحدث

(٥) ف ، سا ، د : فإنه

(٦) سا . بوتر

(٧) سا : صار

(٨) ف : فى الهامش - وفى سا : غير موجود

(٩) سا : ونسب

(١٠) ف : واختلاف

(١١) فى هامش ب : البروج

(١٢) [وإذا كان المائل بين سمت الرأس والبروج كان الانحراف العرضى ينقص من الصحيح] :

مكرر فى سا

(١٣) ف ، سا ، د : غير موجود

(١٤) ف ، سا ، د : المائل - وفى ا : [البروج] وبين السطرين [المائل]

(١٥) ف ، سا : الشمسية

(١٦) سا : هاذ

(١٧) سا : الانحراف

(١٨) سا : بقريب

وإن كان مما لا يضر ضرراً مؤثراً في أوقات الكسوفات لا هو^(١) ولا ترك^(٢) مراعاة اختلاف منظر الشمس أما كيفية كون كلامهم تقريباً^(٣) غير حقيقي فلأنهم قد استعملوا بدل القوس الارتفاعية التي^(٤) تأتي^(٥) القمر وهو^(٦) في دائرة العرض قوساً أخرى وهي تمام ارتفاع درجته في الطول وذلك لأن أبرخس^(٧) وضع الشكل الذي^(٨) بين^(٩) به^(١٠) اختلاف المنظر في الطول والعرض هذا أب ج^(١١) من فلك البروج و : أ د من فلك^(١٢) المائل و : أ عقده^(١٣) والقمر على د وهي نقطة معلومة و : د ب القائمة على أب ج^(١٤) قوس العرض^(١٥) المعلوم فيكون ب موضع القمر في الطول ويكون^(١٦) معلوماً ويكون د ب عرضه الحقيقي ولتكن^(١٧) ه نقطة سمت الرأس ولنخرج^(١٨) منه إلى ب قوس ه ب وأخرى تمر^(١٩) على د من المائل^(٢٠) وعلى القمر وهي قوس ه د وليكن د ح اختلاف المنظر الارتفاعي وليكن د ط العرضي و : ح ط^(٢١) أعني ك ب^(٢٢)

| | | | |
|-------------------|---------------------|----------------|-----|
| (١) سا | لا هي | (٢) سا | نزل |
| (٣) سا | تفرسا | (٤) ف ، سا ، د | إلى |
| (٥) ب ، ف | غير واضح - وفي سا : | باقى | |
| (٦) ف ، سا ، وهي | | | |
| (٧) سا : | إنرجس | | |
| (٨) سا : | غير موجود | | |
| (٩) ف | يتبين - وفي سا | يبين | |
| (١٠) ف | فيه | | |
| (١١) ف : | الـ | | |
| (١٢) سا ، د : | الفلك | | |
| (١٣) ف : | في الهامش | | |
| (١٤) ف : | الـ | | |
| (١٥) ف ، سا ، د : | للعرض | | |
| (١٦) سا ، د : | فيكون | | |
| (١٧) ف ، سا ، د : | فلتكن | | |
| (١٨) سا : | ويتخرج | | |
| (١٩) سا : | هو | | |
| (٢٠) في هامش ب : | أى على القمر | | |
| (٢١) ف : | [و : ح ط] | | |
| (٢٢) ف : | ل ب | | |

(۲) سا : نقط

۲۷۰

قوس هـ د (١) معطاة بأن يجعل قوس هـ ر معطاة (٢) وزاوية هـ ر ج معطاة فلنجعل (٣)
 ر د معطى (٤) ويبقى (٥) هـ د معطى (٦) وبيانه مقصور على بعد واحد مثل
 بعد أ د (٧) (*) قال لكننا نقول إن كان مركز القمر على نصف النهار شماليا
 أو جنوبيا فيكاد ينطبق (٨) الانحراف الارتفاعى على نصف النهار وفى هذا ما علمت
 فيكون حينئذ (٩) الانحراف الارتفاعى والعرضى واحداً وعلى ما سلف ذكره ومثاله (١٠)
 أن يكون أب ج من فلك البروج وخط (١١) دب هـ (١٢) قائم (١٣) عليه و : ب
 سمت الرأس ودرجة القمر (١٤) وليكن القمر على د أو على (١٥) هـ فيكون عرضه
 من البروج دب أو ب هـ وتكون القسي (١٦) والزوايا التى عند نقطة ب مفروضة

| | | |
|-----|----------|-------|
| (١) | سا | هـ ر |
| (٢) | سا : | مغطاه |
| (٣) | سا : | فنجمل |
| (٤) | سا : | مغطى |
| (٥) | سا ، د : | فيبقى |
| (٦) | سا : | مغطى |
| (٧) | ف : | ا هـ |

(*) ذكر بطليموس أن من جاءوا قبله أخطأوا فى حساباتهم لاختلاف المنظر لأنهم لم يأخذوا القوس
 من سمت الرأس إلى القمر بل من سمت الرأس إلى درجته فى الطول وإن كان الفرق بسيطاً جداً فى حالة
 الكسوفات

فى شكل (١٠٩) ا ب هـ البروج ، ا د المائل حيث القمر عند د ، ا العقدة . ولتكن نقطة هـ
 سمت الرأس

°. هـ د هى القوس من سمت الرأس إلى القمر

فإذا كان د ب عموداً على البروج ، كانت نقطة ب هى درجة القمر فى الطول . وقد أخذ الأقدمون

قوس هـ ب بدلا من قوس هـ د . وبالعطف كلما كان القمر د قريباً من العقدة ا صغر الفرق بين هـ د ، هـ ب

°. فى حالة الكسوفات يكون الفرق فى الحسابات صغيراً لا أثر له .

(٨) سا ، د : إن ينطبق

(٩) سا ، د : غير موجود

(١٠) سا : ومثل له

(١١) سا : [و ا ط]

(١٢) سا : دن

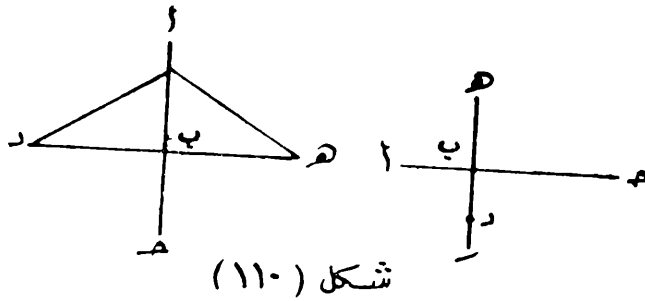
(١٣) سا : قائمة

(١٤) [ودرجة القمر] : فى هامش و - وفى ب : بين السطرين

(١٥) ف : د ا على - وفى سا ، د : وعلى

(١٦) سا ، د : [الطلب للقسي] بدلا من [القسي]

معلومة ويكون الطلب للقسي والزوايا التي عند (١) نقطة د (٢) أو نقطة (٣) ه فإن جعلنا نقطة رسمت الرأس غير نقطة ب وكان (٤) فلك البروج قائماً (٥) على الأفق انطبقت (٦) القوس التي من ر إلى ب على درجة القمر الذي (٧) من ر (٨) إلى د



شكل (١١٠)

أو إلى (٩) ه وهما في هذا (١٠) الشكل انحرافان شرقي وغربي كما عرفت فلم يكن انحراف منظر في العرض بل في الطول رائد أو ناقص والتفاوت فيه التفاوت بين ر ب ، ر د (١١) أو بين ر ب ، ر ه وهو انحراف (١٢) المنظر وكانت الزوايا من هذه الخطوط لاتقع إلا قوائم فكانت (١٣) المعرفة سهلة فإن وقع السميت على البروج والقمر خارج له عرض مثل مافي هذا الشكل حتى يكون سمت الرأس على أمثلا و : د أو ه موضع الكوكب و : ب درجته فيكون حينئذ قوساً أ ب ، أ د متخالفين (١٤) وكذلك قوساً أ ب ، أ ه ويحدث عند د وعند ه زاويتان مختلفتان (١٥) للتين

(١) [نقطة م مفروضة معلومة ويكون الطلب للقسي والزوايا التي عند] : في هامش م -

وفي ف : غير موجود

(٢) سا : د

(٤) سا ، د : فكان

(٥) في هامش م : على المار بقطبي الأفق

(٦) سا : انطبق

(٧) سا ، د : التي

(٨) ف ، سا ، د : م

(٩) م ، سا ، د : وإلى

(١٠) ف : في الهامش

(١١) سا : [ورد] بدلا من [ر د]

(١٢) سا : لانحراف

(١٣) م ، سا ، د : وكانت

(١٤) م : متخالفان - وفي سا ، د : متخالفين

(١٥) سا ، د : مختلفتان

يعرف ذلك بأن يخرج أولاً قوس الارتفاع جنوبياً كان أو شمالياً ثم يستخرج انحراف المنظر فليكن أ ب ط فلك البروج و : ه موضع القمر من المائل شمالياً و : د جنوبياً وهما معلومان ف : ه ب (١) ، ب د قوساً العرض (٢) على زوايا (٣) عند ب قائمة من أ ب ط و : ر (٤) سمت الرأس و : ر ه ط (٥) قوس الارتفاع ملاقياً لفلك البروج على ط و : ر د قوس الارتفاع (٦) مقاطعاً لفلك البروج على ح ويريد (٧) أن يعلم ر ه ، ر د وليخرج قوس ارتفاع ر ب ك (٨) ومعلوم أنه يحدث عند ب زاوية معلومة ويخرج ه ل ، د ك عمودين (٩) على ر ب ك (١٠) فلأن (١١) زاوية ر ب أ (١٢) معلومة يبقى ل ب ه من القائمة معلوماً (١٣) وكذلك د ب ك (١٤) معلومة وزاويتا ل ، ك قائمتان (١٥) و : ه ب ، ب د (١٦) معلومتان فمثلثا (١٧) ب ه ل (١٨) ، ب د ك معلومان (١٩) ف : ر ب (٢٠) معلوم النسبة من ب ل ، ب ك (٢١) لأنه معلوم النسبة من ه ب ، ب د المتساويين ف : ر ل الباقي معلوم و : ل

-
- (١) سا [و ه ب]
 (٢) ف للعرض
 (٣) سا ر ا و ب
 (٤) سا وله
 (٥) ف [ف : د ه ط]
 (٦) سا ، د ارتفاع د
 (٧) سا : ونريد
 (٨) سا ، د : ب ل - وفي ف ر ه
 (٩) ف عمودان
 (١٠) سا ، د : ر ب - وفي : ب ك
 (١١) سا ، د : ولأن
 (١٢) سا د ب
 (١٣) سا ، د : معلومة
 (١٤) سا درل
 (١٥) سا ، د : قائمة
 (١٦) ف : [و : ه ب ، ر د]
 (١٧) سا : فمثلثات
 (١٨) سا : ه ل
 (١٩) ب معلومين
 (٢٠) سا : [و ر ب]
 (٢١) سا ب ل ، ر ك

قائمة فوتر ره معلوم وكذلك زاوية ب معلومة وزاوية ك قائمة و : ب د (١) معلوم
 ف : ب ك ، ك د معلومان فجميع رب ك معلوم و : ك د معلوم و : ك قائمة ف : د (٢)
 معلوم وكذلك زاوية ا ر من مثلثي ر ه ل ، ر ك د (٣) معلومتان فزاويتي ط ، ح (٤)
 الشرقيتان الشماليتان معلومتان لأن زاوية ط تنقص عن زاوية ب السمتية المعلومة بزاوية
 ط ر ب المعلومة وزاوية ح تفصل على زاوية ب بعينها بزاوية د رب المعلومة فقد
 علمنا قوسى (٥) ر ه ، ر د فنعرف (٦) انحرافهما الار تفاعى وعرفنا زاويتى ح ، ط
 الحادتين عند فلك البروج من قوسى (٧) الارتفاع فلا يحتاج أن يؤخذ (٨) بدلها
 زوايا (٩) أخرى بل يكفينا (١٠) هى فى تعرف زوايا مثلث (١١) الانحرافات (*)

(١) سا [و : ب ه]

(٢) سا : [ف : ر ه]

(٣) [من مثلثي ر ه ل ، ر ك د] : فى هاش ب

(٤) ف ، سا : [معلومتان فزاويتي ط ، ح من مثلثي و ه ل ، ر ك د] بدلا من [من مثلثي

ر ه ل ، ر ك د معلومتان فزاويتي ط ، ح] - وفى سا : [وزاويتا] بدلا من [فزاويتا]

(٥) سا قوس

(٦) ف : فعر

(٧) سا : قوس

(٨) سا : غير واضح

(٩) سا : ذواتا

(١٠) سا : تكفينا

(١١) سا ، د : مثلثات

(*) تعيين اختلاف المنظر فى الطول والعرض بمعرفة موقع القمر وزاوية تقاطع البروج مع درجة

القمر وبعد هذه الدرجة عن سمت الرأس

فى شكل (١١١) ط ا ب دائرة البروج ، نقطة ه أو د موقع القمر . ولتكن نقطة د سمت الرأس

والمعلوم هو عرض القمر ه ب أو د ب وكذلك زاوية ر ب ا ..

نصل ر ه ونمده ليقطع دائرة البروج فى نقطة ط . أو نصل ر د ليقطع دائرة البروج فى نقطة ح

ثم نزل من نقطتى ه ، د العمودين ه ل ، د ل على ر ب ل

سنبدأ أولا بتعيين اختلاف المنظر الكلى ، وذلك يقتضى تعيين قوسى الارتفاع ر ه ، ر د .

فى المثلث ه ل ب : زاوية ل = ٩٠ ، ه ب معلوم ، زاوية ب = ٩٠ - ر ب ا = معلومة

∴ يمكن معرفة ه ل ، ل ب (أو فى المثلث د ب ل نعلم د ل ، ل ب)

لكن ر ب معلوم

∴ نعلم ه ل ، ر ل (أو - ل ، ر ل)

وفى المثلث ر ل ه : زاوية ل = ٩٠ ، ه ل ، ر ل معلومان

∴ نعرف ر ه ، وزاوية ه ر ل (أو ر د ، وزاوية د ر ل)

قال فيبين أن أكثر ما يكون (١) الفضل عند هذه الزوايا التي عرفنا تفاضل ما بينها يكون عندما تكون ب نقطة سمت الرأس فلا (٢) تحدث حينئذ عند ب الزاوية التي كانت تحدث من قوس السميت وتكون (٣) القسي الواصلة بين ب وبين د أو ه تحدث (٤) زوايا قائمة عند ب لأن الواصل بين ه ، ب وبين د ، ب من الخارجة من القطب فيكون الفضل زاوية قائمة وهذا الفضل من جنس الفضل الذي يكون -- للوجود (٥) عند العدم ولذلك (٦) أكثر الفضل بين هذه القسي يكون أيضاً في هذه الحال إذ لا يحدث قوس ارتفاعية (٧) عنه (٨) البتة إن كان القمر عند (٩) ب وأما إن كان عند ه أو (١٠) د كانت القوس التي هي من السميت إلى القمر مثل العرض بالتقريب أي العرض مع قليل انحراف منظر يوجب هذا القدر من البعد بين (١١) السميتة إن كان في الجهتين بالسوية على ما علمته (١٢) وأيضاً إذا كان وضع البروج بحيث تكون الدائرة السميتة قائمة على البروج فحينئذ يكون الاختلاف بين قوسي (١٣)

بذلك نكون علمنا قوسي الارتفاع ره ، رد

ولكى نعرف مركبتي الطول والعرض يجب أن نعلم زاوية رط ا (أو زاوية رح ا)

زاوية رط ا = ر ب ا - ه ر ل = معلومة

وزاوية رح ا = ر ب ا + در ل = معلومة

∴ يمكن معرفة اختلاف المنظر في الطول العرض

(١) سا : غير موجود

(٢) ف : ولا

(٣) سا : ويكون

(٤) [السميت وتكون القسي الواصلة بين ب وبين د أو ه تحدث] في هامش ب - وفي سا :

[وبين د ا وبين ه تحدث] بدلا من [وبين د أو ه تحدث]

(٥) ف : الوجود

(٦) ف : وكذلك

(٧) سا : إرتفاعيته

(٨) سا : غير موجود

(٩) سا : ب ه

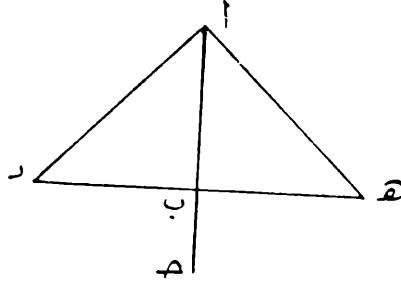
(١٠) سا : د أو ه

(١١) سا : من

(١٢) سا : علمت

(١٣) سا : قوس - وفي هامش ب : [قوسي رد ، ره وبين قوس ر ب]

أ د ، أ ه (١) وبين قوس أ ب (٢) هو قوس انحراف العرض فإن كان السميت على البروج والقمر ليس على البروج مثل ما هو (٣) في هذا الشكل وهو أحد الأشكال الماضية يكون (٤) حينئذ قوس (٥) السميت أعني أ د أو أ ه أعظم من أ ب بأقل من د ب أو ه ب لأن مجموع ضلعين أطول من الثالث وتكون (٦) زاوية ب أعظم



شكل (١١٢)

من زاوية د أو زاوية ه بزاوية أ لأن زاويتي أ ، د أو أ ه (٧) مثل قائمة فتفضل بأصغر من قائمة (*) فإن وقع الميل في السميت والقمر جميعاً مثل ما في الشكل الذي جعل

(١) سا ، د : رد ، ره

(٢) سا ، د : رب

(٤) سا فيكون

(٦) د : ويكون

(٧) سا ، د : ا د ، اه

(*) نظرية ٣٧ : الفرق بين البعد السمّي للقمر والبعد السمّي لدرجة طول القمر أقل من عرض القمر

والزاوية بين البعدين السمّيتين أقل من ٩٠

البرهان في شكل (١١٢) نفرض أن سميت الرأس نقطة ا واقعة على البروج حيث ا ب ه البروج ،

وليكن د أو ه موضع القمر ودرجة طولها نقطة ب

∴ البعد السمّي للقمر = ا د

والبعد السمّي لدرجة طولها = ا ب

وعرض القمر = ب د

والزاوية بين البعدين السمّيتين = د ا ب

والمطلوب إثبات أولاً أن ا د - ا ب أقل من ب د

وثانياً أن زاوية د ا ب أقل من ٩٠ درجة

في المثلث ا ب د : الضلع ا د أقل من مجموع الضلعين ا ب ، ب د

∴ ا د > ا ب + ب د

∴ ا د - ا ب > ب د وهو المطلوب أولاً

وبما أن زاوية ا ب د = ٩٠ درجة

∴ زاوية د ا ب أقل من ٩٠ درجة وهو المطلوب ثانياً

فيه رسمت الرأس وطلب^(١) فيه سائر الأشياء فيكون ر ب أطول من ر ه بأصغر^(٢) من ه ب الذى للعرض لأن زاوية^(٣) ط ب ه^(٤) قائمة فزاوية ب ه ط حادة فزاوية ر ه ب منفرجة فرب أطول بأقل^(٥) من ه ب إذ كل ضلعين أطول^(٦) من الثالث وأما قوس ر د فهى أطول من ر ب^(٧) لأن ر ب د أعظم من قائمة لأنها خارجة عن مثلث ب ك د^(٨) القائم^(٩) زاوية^(١٠) ك^(١١) و : رد أطول بأقل من ب د^(١٢) أيضاً وأما حال الزوايا فإن زاويتي ب تفضلان^(١٣) على زاويتي ط ، ح كما علمت بزاويتي د^(١٤) فكل^(١٥) واحدة منهما أصغر من قائمة^(*) وبين بطليموس كيفية

(١) سا : يطلب

(٢) [من ر ه بأصغر] : غير موجود فى ف

(٣) سا غير موجود

(٤) سا : ط ن

(٥) د بل قد

(٦) سا ، د : أقل

(٧) [إذ كل ضلعين أقل من الثالث وأما قوس رد فهى أطول من ر ب] : مكرر فى سا

(٨) ف : ر ل د

(٩) سا ، د : القائمة

(١٠) سا الزاوية - وفى د : غير موجود

(١١) ب : ب ل د - وفى د : وكذ - وفى سا و ل د ر

(١٢) سا : رد

(١٣) سا يفضلان

(١٤) سا ، د ر

(١٥) د : وكل

(**) إثبات نظرية (٣٧) إذا لم يقع سمت الرأس على البروج

فى شكل (١١٣) ب ل البروج ، ونقطة رسمت الرأس ، والقمر عند د أو ه . ولتكن نقطة ب درجة طول القمر .

• البعد السمتى للقمر = رد أو ر ه

والبعد السمتى لدرجة طوله = ر ب

وعرض القمر = ب د أو ب ه

والزاوية بين البعدين السمتيين = در ب أو ه ر ب

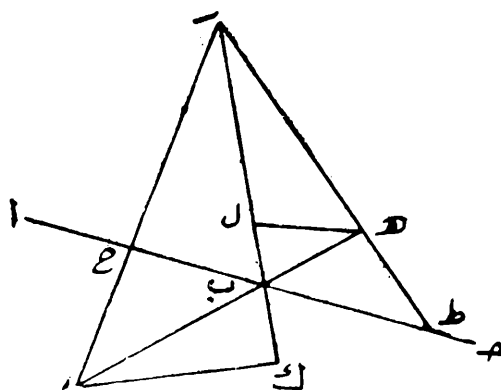
والمطلوب إثبات أولا أن ر ب - ره أقل من ه ب (أو ر ب - رد أقل من د ب)

وثانياً أن زاوية ب ره أقل من ٩٠° (أو ب رد أقل من ٩٠°)

نصل رد ، ره ليقطعا البروج فى نقطتي ح ، ط وننزل العمودين ه ل ، د ل على ر ب

بما أن زاوية ط ب ه = ٩٠°

الحساب على هذا الوجه المصحح لاستخراج اختلاف المنظر بأن أخذ (١) تمام قوس الارتفاع للدرجة (٢) المحققة مثل ب ر (٣) في هذه الصورة وأخذ (٤) مقدار الزاوية التي (٥) لتلك القوس فتكون زاوية (٦) أ ب ر (٧) وهي مثل زاوية ل ه ب (٨) لأن (٩) زاوية د ب ر الخارجة مثل زاويتي ل ، ه والقائمتان - متساويتان فنضعهما حتى تصبح زاوية المركز وقدرها من الزوايا قدر القسي (١٠)



شکل (۱۱۳)

∴ زاوية $\angle \text{ه ط اقل من } ٩٠$

∴ زاویه زھ ۛ اکبر من ۹۰

∴ ر اکبر من ر ه

لكن ر اقل من ره + ه

∴ ر - ر ه أقل من ه ه وهو المطلوب أولا

وما أن زاوية ρ منفرجة

∴ زاوية $SRH = 90^\circ$ درجة وهو المطلوب ثانيا

وَمِمَّا يَنْفَرُ مِنْهُ إِذَا أَعْتَبَرْنَا الْقَمَرَ عِنْدَ د

(۱) ما ، د : يأخذ

(٢) مسا ، د : الدرجة

(۲) سا : ر

(٤) سا ، د ویاخذ

(۵) د غیر موجود

(۶) سا ، د : غیر موجود

(۷) سا : غر واضح

(۸) سا ، د : ا ه ب

٧ : ٤ (٩)

(۱۰) د : غیر واضح

فإذا فعلت ذلك صارت قوساً فتأخذها (١) قوساً كما تدرى ثم تأخذ وتر تلك (٢) القوس فتكون ل ر (٣) وتأخذ (٤) وتر قوس بقية نصف دائرة و ر ه ل (٥) فتعرف نسبة أحدهما إلى الآخر (٦) وإلى ه ر (٧) مأخوذاً قطراً ومائة وعشرين جزءاً فإذا ضرب في عدد ه ر (٨) وتر (٩) القائمة وهو العرض أعنى عدد ه ب من حيث هو عرض لا من حيث هو قطر مثلاً من حيث هو خمسة أجزاء لا (١٠) من حيث هو مائة وعشرون فإن عدده من حيث هو عرض هو (١١) معلوم وقسم على مائة وعشرين عرف كل واحد منهما بواحد (١٢) ه ب (١٣) من حيث هو عرض وكذلك (١٤) تعلم (١٥) أضلاع مثلث ب ك د المساوية لأضلاع (١٦) ب ل ه (١٧) ولا يحتاج (١٨) إلى حساب جديد لأن ب ه مساو ل : ب د و : ب ل : ب ك وكذلك الباقيتان (١٩) وأن (٢٠) كان القمر على ه نقصت ما خرج (٢١) من ل ب من ر ب (٢٢) وإن كان القمر عند د

-
- (١) ف : فتأخذ
(٢) ف ، سا ، د : ذلك
(٣) ف : ا ب - وفى سا ، د : ل ب
(٤) ف : ثم تأخذ
(٥) سا ، د : ر ه ل
(٦) سا : الأجز
(٧) سا : د ب - وفى د : ه ب
(٨) سا ، د : ه ب
(٩) ف : ووتر
(١٠) سا : غير موجود
(١١) ف : غير موجود
(١٢) د : بواحدة
(١٣) د : ب
(١٤) ف : ولذلك
(١٥) ف ، د : يعلم
(١٦) سا ، د : الأضلاع مثلث
(١٧) سا ، د : ب د ه
(١٨) سا : لا
(١٩) سا ، د : الباقيتان
(٢٠) سا ، د : فإن
(٢١) سا : ما يخرج
(٢٢) د : ر ل ب

زدت فيكون معلومك في الأول قوس ر ل وفي الثاني قوس ر ك^(١) فإن كنت
نقصته فتأخذ مربع ر ل ، ه ل^(٢) الواحد^(٣) الذي ل ه ب وهو عرض فتأخذ
جذره^(٤) فيكون ر ه^(٥) وقبل ذلك يجب^(٦) أن تكون ضربت ر ل في العرض
وقسمته على (قك)^(٧) فما خرج فهو ه ر وكذلك^(٨) إن^(٩) كان القمر عند
فتضرب عدد د ك في نفسه أعني ه ل^(١٠) في نفسه بأجزاء العرض و : ك ر^(١١)
في^(١٢) نفسه بتلك الأجزاء وتأخذ^(١٣) جذره^(١٤) فيخرج ر د وتحصل^(١٥) من
جميع ذلك أنك تضعف الزاوية الصغرى وتجعلها قوساً^(١٦) وتأخذ^(١٧) وترها ووتر
ما تبقى من (قك)^(١٨) وتضرب كل واحد منهما في العرض وتقسمه على^(١٩)
(قك)^(٢٠) وتحفظ ما خرج وتنقص ما حصل من الزاوية الأولى عن^(٢١) قوس
تمام ارتفاع درجة الطول إن كان^(٢٢) سمت الرأس والعرض في جهة واحدة —

-
- (١) سا : و ل
(٢) سا : ر ل
(٣) سا ، د : بالواحد
(٤) ف جذره — وفي سا : حلوه
(٥) سا د ه
(٦) سا يحسب
(٧) سا ، د : مائه وعشرين
(٨) ف ولذلك — وفي سا : غير موجود
(٩) سا : غير موجود
(١٠) ف : دل
(١١) سا : و ل — وفي د : وكه
(١٢) سا : وفي
(١٣) سا ، د : فتأخذ
(١٤) سا : ره
(١٥) سا : ويحصل — وفي د : وتجمل
(١٦) د : قوساً واحداً
(١٧) د : وتأخذها
(١٨) سا ، د : مائه وعشرين
(١٩) د : غير موجود
(٢٠) سا ، د : مائه وعشرين
(٢١) د : من
(٢٢) د : كانت

أو تزيده (١) إن كان في خلافها فما حصل أبقى تأخذ مربعه ومربع وتر الزاوية الأخرى المحفوظة معه وتأخذ جذرها فهو تمام ارتفاع القمر .
آخر المقالة الخامسة ويتلوه في المقالة السادسة معرفة عمل جداول الاجتماعات ،
والاستقبالات .

والحمد لله رب العالمين وصلواته على سيد المرسلين محمد وآله الطيبين الطاهرين (٢)

(١) سا ، د : تزيد

(٢) [آخر المقالة الخامسة ويتلوه في المقالة السادسة معرفة عمل جداول الاجتماعات والاستقبالات
والحمد لله رب العالمين وصلواته على سيد المرسلين محمد وآله الطيبين الطاهرين] : غير موجود في ب ،
سا ، د

المقالة السادسة

في معرفة عمل جداول الاجتماعات والاستقبالات

المقالة السادسة

في معرفة عمل جداول الاجتماعات والاستقبالات (١)

ثم شرع (٢) بعد ذلك في أمور الاجتماعات والاستقبالات لتعرف (٣) منها أحوال الكسوفات . قال ولولا إيثار (٤) تسميل (٥) السبيل لكان فيما (٦) تحقق من تقويم مسير النيرين كفاية لمن لا يكسل في إصابة هذا الغرض (٧) إلا أنا نريد أن نرسم جداول لتحصيلات (٨) الاتصالات (٩) الوسطى لثلاث تحتاج إلى (١٠) أن نحسب كل وقت من رأس (١١) فأثبت موضع النيرين لأول تاريخه المستعمل المبني على سني المصريين وقسم البعد بين النيرين في ذلك الوقت (١٢) على حركة البعد كل يوم بالوسط فخرج (١٣) خمسة أيام وسبع (١٤) وأربعون دقيقة وثلاث (١٥) وثلاثون ثانية من اليوم وهو (١٦) لا محالة أيام تقدم الاجتماع الوسط قبل التاريخ ثم حسب من وقت التقدم على التاريخ شهراً وسطاً فعرف (١٧) وقت الاجتماع الوسط بعد التاريخ فكان (١٨) بعد نصف

(١) [بسم الله الرحمن الرحيم - المقالة السادسة في معرفة عمل جداول الاجتماعات والاستقبالات] :

غير موجود في سا ، د

(٢) سا : ن شرع

(٤) ف : آثار

(٦) سا : بما - وفي د : بما

(٨) سا ، د : التحصيلات

(٩) سا ، د : للاتصال

(١٠) د : غير موجود

(١١) سا ، د : الرأس

(١٢) سا ، د : غير موجود

(١٣) سا ، د : فما خرج وهو

(١٤) ف ، سا ، د : وسبعة

(١٥) ف : وثلاثا - وفي سا ، د : وثلاثة

(١٦) د : فهو

(١٧) د : فعر

(١٨) د : وكان

(٣) سا : لتعرف

(٥) ف ، د : يسهل

(٧) سا ، د : العرض

نهار أول (١) يوم توت (٢) (كح) يوماً (مدير) (٣) وعرف أيضاً موضع الشمس الوسط وبعدها (٤) من الأوج وموضع القمر في الاختلاف والعرض لذلك (٥) الوقت وإذا كان ذلك معلوماً في أول التاريخ والمدة بين أول التاريخ والاجتماع الذى بعده معلومة (٦) فإذا أسقط من مبدأ (٧) تاريخ هذا (٨) الاجتماع نصف زمان شهر وسط فكان (٩) حيث (١٠) انتهى ذلك بين (١١) أول التاريخ للتحصيلات وبين التاريخ المثبت للاجتماع الوسط فذلك وقت الاستقبال الوسط فحصل مواضع النيرين المذكورة فيه ورتب جداول الاجتماعات والاستقبالات كل جدول إما للاجتماع وإما للاستقبال فخمسة وأربعون سطراً في خمسة صفوف في الاول سطور العدد ثلستين المجموعة وفي الثانى اليوم من الشهر الذى يكون فيه الاجتماع أو الاستقبال (١٢) وأجزاؤه وفي الثالث موضع الشمس بالوسط من أوجها (١٣) وفي الرابع أجزاء اختلاف القسرو في الخامس أجزاء عرض القمر مثلاً رسم في أوائل الجداول في سطور العدد للسنة الأولى واحداً وهو أول الاجتماعات (١٤) والاستقبالات ثم في جداول الأيام كم كان من الشهر الأول من تاريخه لوقت الاجتماع وفي الثانى والثالث والرابع أين كان مواضع النيرين المذكورة ولما كان في خمس (١٥) وعشرين سنة (١٦)

(١) سا ، د غير موجود

(٢) د : لون

(٣) سا : [و : مديو] - وفي د : [و : مد]

(٤) سا ، د وبعده

(٥) سا ، د فذلك

(٦) سا ، د معلوما

(٧) سا ، د مبدأ هذا

(٨) د : غير واضح

(٩) د : وكان

(١٠) سا : من - وفي د : من حيث

(١١) ف : من

(١٢) سا : الاستقبال

(١٣) سا ، د : أوجه

(١٤) د : الاجتماع

(١٥) ح : خمسة

(١٦) ف : في الهامش

مصرية إلا دقيقتين وثلاثي دقيقة بالتقريب (١) يتم شهور بأسرها (٢) بالتقريب (٣) وذلك لأنك إذا قسمت أيام خمس (٤) وعشرين سنة مصرية (٥) على أيام شهر واحد فضل هذا القدر من الدقائق والثواني فلما جعل تزايد سطور العدد بخمسة (٦) وعشرين خمسة وعشرين (٧) وجب أن تنقص الدقائق وهي (ح ب مرة) (٨) الناقصة في كه سنة مصرية (٩) من جدول الأول (١٠) لذلك (١١) ويبني (١٢) الأمر في سائر الصفوف على (١٣) موجب مقابلة ما نقص (١٤) ثم رسم جدولاً للسنين المفردة مشتركاً (١٥) للاجتماعات والاستقبالات في الصف الأول منها عدد السنين (١٦) وفي الثاني ما يفضل على السنة المصرية من تتمة ثلاثة عشر شهراً من الشهور القمرية وهذا الفصل من الأيام هو (لح نحا مج) (١٧) ثم أجرى (١٨) حركة الكواكب من الحدود المذكورة في تلك المدد ليزاد (١٩) على مواضعها الموجودة في السنين المجموعة وتحصل أين (٢٠) بلغت وجعل يزيد السنين المصرية مرة باثني عشر

-
- (١) سا غير موجود
(٢) د غير موجود
(٣) سا ، د غير موجود
(٤) ح ، سا ، د خمسة
(٥) سا مصوبة
(٦) ف : لخمس
(٧) [خمسة وعشرين] : غير موجود في سا ، د
(٨) ف ه ح مرة
(٩) [وهي (ح ب مرة) الناقصة في كه سنة مصرية] : غير موجود في سا ، د
(١٠) ف : أيام - وفي سا ، د : الأيام
(١١) سا ، د : كذلك
(١٢) سا وتبني - وفي د يبني
(١٣) د : وعلى
(١٤) في هامش ح : [يعني أنه ينقص من واحد من الصفوف الدرج والكسور التي لموضع الشمس والقمر وعرض القمر وهي الفاضلة بعد الأدوار التامة في مدة كه سنة]
(١٥) سا ، د : مشتركة
(١٦) في هامش ح : السنة - وفي سا ، د السنة
(١٧) ف : يح يا مج - وفي سا : لح يح يا مج - وفي د : لح يح نا مج
(١٨) سا ، د : أجزاء
(١٩) د : لزيد
(٢٠) سا ، د : إلى أين

شهرراً وقسم به (١) ومرة بثلاثة عشر شهرراً على مارآه أوفق (٢) وأقرب إلى المطابقة (٣) وذلك (٤) لأنه لو أسقط من السنة الأولى اثني عشر شهرراً من الشهور القمرية لم يقع الاجتماع الأول في الشهر الأول من شهور القبط لأن السنة القبطية وهي ثلاثمائة وخمسة (٥) وستون (٦) يوماً أزيد من السنة القمرية فاحتاج (٧) إلى (٨) أن يأخذ الشهور القمرية في أول التاريخ ثلاثة عشر شهرراً ليقع (٩) الاجتماع الأول في السنة الثانية في أول شهر من السنة القبطية ثم لم يكن بد من أن يجعل الشهور التي للسنة الثانية اثني عشر (١٠) شهرراً (١١) ليقع (١٢) أيضاً في الشهر الأول من السنة الثالثة وإلا لكان يقع لو زاد على اثني عشر شهرراً في الشهر الثاني عشر (١٣) في هذه السنة كما كان يقع لو لم يزد على اثني عشر شهرراً قبل الشهر الأول في السنة التي قبلها وذلك لأن أيام السنة القبطية وإن كانت أكثر (١٤) من أيام السنة القمرية فإنها إذا نقص منها فضل الثلاثة عشر شهرراً القمرية عليها بقى الباقي أقل من أيام سنة واحدة قمرية فلم يحتمل الباقي اثني عشر شهرراً بل وقع خارجاً منها في الشهر الثاني ثم فضلاً عن أن يكون ثلاثة عشر شهرراً إلا أنه يقع خارجاً عنها بقدر ما يكون الباقي أكثر من سنة القمر فيحتاج لذلك أن تعاود استعمال ثلاثة عشر شهرراً فيكون (١٥) مرة كذا ومرة كذا (١٦) فإنه قد يفضل

(١) سا : غير واضح

(٢) ف : الموفق

(٣) [على ما رآه أوفق وأقرب إلى المطابقة] : غير موجود في سا ، د

(٤) سا : ولذلك

(٥) سا ، د : غير موجود

(٦) د : وستين

(٧) سا : فيحتاج

(٨) سا ، د : غير موجود

(٩) د : لقع

(١٠) سا : عشرا

(١١) سا : غير موجود

(١٢) سا ، د : وليقع

(١٣) سا ، د : غير موجود

(١٤) سا ، ف : أكبر

(١٥) [الباقي أكثر من سنة القمر فيحتاج لذلك أن تعاود استعمال ثلاثة عشر شهرراً فيكون] :

غير موجود في سا

(١٦) سا ، د : كذلك

تارة بأيام أكثر من نصف الشهر وتارة بأيام أقل فأريد (١) أن لا يقع الاتصال الشهري خارجاً عنه مع تحصيل أيام الفضل في النصف الثاني وعمل لاثني عشر شهراً أيضاً جدولاً في النصف الأول عدد اثني عشر شهراً وفي الثاني أيام كل شهر متزايدة وفي البواقى مواضع النبرين المذكورة .

فصل

في معرفة حساب الاجتماعات والاستقبالات الوسطى والحصة (٢)

وعلم كيف يعمل بهذه (٣) الجداول على أنك بأسكندرية (٤) لأن تاريخ الأيام بحسب أسكندرية (٥) قال ووجه (٦) حسابك أن بحسب (٧) لسنتك (٨) فعلم (٩) كم هي (١٠) من أول سني التاريخ فإن وافق شيئاً من السنين (١١) المجموعة أخذت ما بإزائه من الصفوف كلها فكان (١٢) ما أخذت (١٣) من النصف الأول اليوم والساعة التي يقع فيها (١٤) الاتصال فإن كان دون ثلاثين فهو من (١٥) الشهر الأول وإن كان أكثر من ثلاثين (١٦) فهو من الشهر الثاني بتلك العدة الزائدة على

(١) د فأزيد

(٢) ب : والحقة - وفي ف : غير واضح - وفي سا ، د : [فصل في معرفة حساب

الاجتماعات والاستقبالات الوسطى والحصة] : غير موجود

(٣) سا بهاذ

(٤) سا ، د بالإسكندرية

(٥) سا ، د الإسكندرية

(٦) سا : ووجه

(٧) ف بحسب

(٨) سا غير واضح - وفي د : لسنتك

(٩) ف ، سا : فيعلم - وفي د : فتعلم

(١٠) سا ، د هو

(١١) د السني

(١٢) د مكان

(١٣) سا ، د : [ما في واحدة] بدلا من [ما أخذت]

(١٤) سا منها

(١٥) سا ، د : غير موجود

(١٦) [من ثلاثين] : غير موجود في ب ، د

ثلاثين ويكون ما يأخذه (١) من الصفوف الأخرى هو مواضع الكواكب في تلك الساعة وإن لم يوافق أخذت ما بإزاء السنين (٢) المجموعة من سنك من كل (٣) صف (٤) وأخذت ما بإزاء (٥) ما بعده إلى سنك (٦) من السنين (٧) المفردة مثلاً (٨) إن كانت سنك الرابعة (٩) بعد السنين المجموعة أخذت (١٠) ما بإزاء أربع سنين من (١١) الصفوف وأضفت (١٢) كل ما أخذت من السنين (١٣) المبسوطة إلى نظيره مما أخذت (١٤) من السنين (١٥) المجموعة كان أياماً (١٦) أو أجزاء مسير النيرين فكان ما اجتمع من ذلك عدد الأيام وأجزاء موضع النيرين فإن كان عدد الأيام دون (١٧) شهر وذلك حين ما يكون لم (١٨) مجتمع مما (١٩) في الصنفين اللذين (٢٠) للمجموعة والمبسوطة (٢١) أيام (٢٢) شهر مصرى وهو ثلاثين يوماً فما اجتمع فهو اليوم والساعة من الشهر (٢٣) الأول (٢٤) من سنك وإن كان (٢٥) ما اجتمع زائداً

-
- (١) د ؛ ماأخذه
(٢) سا : ل ل
(٣) سا : شىء - وفى د سنى
(٤) سا : غير موجود
(٥) سا : سنك
(٦) [من السنين] : مكرر فى د ، ف
(٧) ف ، سا ، د ، فأما
(٨) سا ، د : الرابع
(٩) سبا ، د : فأخذت
(١٠) سا : مما فى - وفى د : كلا مما فى
(١١) ف ، سا ، د ، فأضفت
(١٢) د : السنى
(١٣) سا ، د : أخذته
(١٤) د : السنى
(١٥) سا ، د : و
(١٦) د : دور
(١٧) ف ، د : مما - وفى هامش : [لم يجتمع مما فى]
(١٨) ف ، د : غير موجود
(١٩) د : اللتين
(٢٠) سا : فالمبسوطة
(٢١) د : الشهور
(٢٢) سا : غير موجود
(٢٣) د : (٢٢) والمجموعة أيام
(٢٤) د : (٢٤) الأول
(٢٥) سا : (٢٥)

على (١) ثلاثين نقصت ما احتمله من ثلاثين ثلاثين فما بقي فهو كذلك من الشهر الثاني أو الثالث (٢) أو حيث انتهى فإن كان مع سنتك التي عرفت تاريخها من أول التحصيل شهر (٣) مثلاً خمسة أشهر مضين من سنتك (٤) أخذت ما بإزاء خمسة أشهر من الصفوف كلها فزدها (٥) على ما اجتمع من السنين (٦) المبسوطة والمجموعة وطرحت مما اجتمع من أيام المبسوطة والمجموعة والأشهر ثلاثين ثلاثين فما فضل (٧) فهو الوقت من الشهر الذي أنت فيه ولأن دقائق الأيام في هذه (٨) الجداول بحسب (٩) قسمة كل يوم إلى ستين (١٠) لا إلى ساعاته (١١) فيجب أن يكون ذلك أجزاء ساعة (١٢) استوائية بأن تأخذ (١٣) كل دقيقتين ونصف ساعة استوائية ثم تحسب فتعدل الساعات (١٤) بتعديل الأيام بلياليها فقد يقع من ذلك فضل يعتد به وتحسب ما بإزاء ذلك الفضل من كل شيء على (١٥) ما تعلم (١٦) فيكون ذلك ساعة الاتصال الوسط من ذلك اليوم ومواضع الحركات الوسطى ثم تقومها على ما تعرف فإذا وجدت النيرين حينئذ محتمين أو متقاطعين (١٧) بالحقيقة فالانصال الوسط والمقوم واحد وإن رأيت القمر بعد (١٨) لم يلحق أو جاوز الشمس فحصل للبعد بينهما فإن (١٩) كان

(٢) ف : والثالث

(١) سا فهو على

(٣) ب : شهر

(٤) [شهر مثلاً خمسة أشهر مضين من سنتك] : غير موجود في سا د د

(٥) د : فزدها

(٦) د : السن

(٧) سا : حصل - وفي د : مما فضل

(٨) سا : هاذ

(٩) سا : تحسب

(١٠) ف : سنتين - وفي سا : سنين

(١١) سا ، د : ساعته

(١٢) سا ، د : ساعات

(١٣) د : يأخذ

(١٤) ب : الساعات

(١٥) ف : في الهامش

(١٦) ف : يعلم

(١٧) سا : متقابلتين

(١٨) ب : في الهامش - وفي سا : غير موجود

(١٩) سا : وإن

القمر لم يلحق بعد فزد (١) عليه (٢) بعد (٣) ما تسيره الشمس إلى أن يلحق بها (٤) القمر
فهناك ساعة الاتصال وإن كان القمر جاوز الشمس في اتصالها فزد (٥) على البعد
بينهما (٦) ما تكون الشمس سارته حتى يحصل (٧) هذا البعد (٨) ومبلغ ذلك البعد (٩)
بالتقريب جزء (١٠) من اثني عشر جزء (١١) من البعد الذي هو نصيب (١٢) الشمس
من سيرها (١٣) في ذلك البعد وعلى (١٤) ما يتحقق ذلك من بعد فما خرج فهو ما بين
القمر وموضع الاجتماع مع الشمس وإذا هو مقاطر موضع الاستقبال أعني المقومين
فيذا فعلت ذلك (١٥) فانظر في كم ساعة استوائية يسير القمر بسيره (١٦) المعدل تلك
الأجزاء فذلك هو وقت الاتصال الحقيقي فتزيده أو تنقصه من (١٧) الوسط (١٨) تزيده
إذا (١٩) كان جاوز (٢٠) بالمقوم ونقصه إن كان لم يلحق وذلك بحسب أسكندرية (٢١)
قال وأنت يمكنك أن تأخذ (٢٢) في كل وقت حركة القمر للساعات (٢٣) بأن (٢٤)

- (١) سا : فرد
(٢) في هامش ب : على البعد
(٣) سا ، د : البعد
(٤) سا : د : به
(٥) سا ، د : فرد
(٦) سا ، د : غير موجود
(٧) سا ، د : حصل
(٨) [بينهما ما تكون الشمس سارته حتى يحصل هذا البعد] : في هامش ب
(٩) سا ، د : غير موجود
(١٠) ب : جزءا
(١١) ف ، سا ، د : جزءا
(١٢) سا : نصف
(١٣) ف : مسيرها - وفي سا : مسيره - وفي د : سيره
(١٤) د : على
(١٥) د : مكرر
(١٦) سا : سيره - وفي د : سيرها
(١٧) سا ، د : على
(١٨) سا : غير موجود
(١٩) سا ، د : إن
(٢٠) سا : حار - وفي د : جاز
(٢١) سا ، د : الإسكندرية
(٢٢) د : يأخذ
(٢٣) د : بالساعات
(٢٤) ب : بين السطرين

تأخذ أولاً مسير الاختلاف للزمان المفروض وتأخذ^(١) من جداول التعديل ما يصيب الجزء الواحد من أجزاء الاختلاف من فضل التعديل في فلك البروج فإذا علمت كم فضل درجة واحدة نظرت كم أجزاء الاختلاف الوسط لساعة^(٢) فعلمت أنه كم يخصه من ذلك وأجزاء الاختلاف لساعة (ب) دقيقة و (يو) ^(٣) ثانية فإذا عرفت^(٤) فضل تعديل درجة عرفت^(٥) فضل تعديل هذه ^(٦) الدقائق فزيدت ^(٧) أو ^(٨) نقصت على ما يجب من ^(٩) المسير الوسط في الطول لساعة ^(١٠) فيكون هو الطول المعدل في ساعة ثم إذا علمت وقت الاستقبال والاجتماع الحقيقي بأسكندرية ^(١١) فيمكنك ^(١٢) أن تحوله ^(١٣) إلى غيرها ^(١٤) .

فصل

في بيان ^(١٥) حدود كسوفات الشمس والقمر ^(١٦)

ولما قوم الاتصالات أخذ في بيان حدود الكسوفات وهي نقطة للفلك المائل محدودة ^(١٧) البعد من العقدة مشتركة بين القسي التي لا يقع فيها كسوف البتة والتي

-
- (١) د : وتأخذ
(٢) سا : غير موجود - وفي د : الساعة
(٣) ع ، سا : غير واضح - وفي د : (و : م)
(٤) د : عرف
(٥) د : عرف
(٦) سا : هاذ
(٧) د : غير واضح
(٨) سا ، د : و
(٩) سا : في - وفي د : هل
(١٠) د : ساعة
(١١) سا ، د : بالإسكندرية
(١٢) سا : أمكنك - وفي د : ليمنك
(١٣) سا ، د : تحول من الإسكندرية
(١٤) سا ، د : إلى غيرها إذا عرفت بالإسكندرية
(١٥) ع : غير موجود - وفي د : في الهامش
(١٦) [فصل في بيان حدود كسوفات الشمس والقمر] : غير موجود في سا ، د
(١٧) سا ، د : محدود

يمكن أن يقع فيها كسوف . قال قد كنا حسبنا فيما سلف من كلامنا قطر (١) القمر فكان (٢) يوتر (٣) وهو في بعده الأبعد من تدويره قوسا من الدائرة الكبيرة هي (صلا ك) (٤) والآن فإننا (٥) نريد أن (٦) نتوصل من ذلك إلى أن نقرر (٧) حدود الكسوفات القمرية (٨) التي هي أعظم ما يكون أى أبعد (٩) ما يكون من العقدة طولا ومن دائرة البروج عرضاً فيجب أن يكون ذلك والقمر أقرب ما يكون عند الاتصال من الأرض ليكون (١٠) أعظم في الرؤية وذلك أن يكون في حضيض التدوير وهناك قطع المخروط الظلي أيضاً أعظم . قال فلنبين ذلك من كسوفين رسداً والقمر في (١١) أقرب قربه الكائن في اتصالاته فذكر رسداً انكسف القمر فيه من ناحية الشمال فلا محالة أنه كان جنوبي العرض وكان مقدار الكسوف سبع (١٢) أصابع وحصل لوقوفه على القمر (١٣) موضع (١٤) الوقت (١٥) كان من اختلافه (١٦) (قسح م) (١٧) وهو بقرب حضيض التدوير من الشمالية (صح ك) (١٨) وكان (١٩) بينه وبين العقدة (ح ك) (٢٠) لا محالة فيذن (٢١) إذا (٢٢) كان (٢٣) قرب (٢٤)

-
- | | |
|---|----------------------------------|
| (١) سا : نظر | (٢) د : وكان |
| (٣) سا : يوتر | (٤) سا : ه لا ل - وفي د : ه لا |
| (٥) سا : فإنما | (٦) د : أنا |
| (٧) سا : [أفراد] - وفي د : [أمور] بدلا من [أن نقرر] | |
| (٨) ف : كسوفات القمر | (٩) سا ، د : بعد |
| (١٠) د : ليكو | |
| (١١) د : و | |
| (١٢) سا : بسبع | |
| (١٣) سا ، د : الوقت | |
| (١٤) د : أن موضع | |
| (١٥) في هامش ب : بيان الوقت - وفي سا ، د : القمر | |
| (١٦) سا : اختلافه | |
| (١٧) سا ، د : غير واضح | |
| (١٨) سا : قيج ل | |
| (١٩) د : فكان | |
| (٢٠) سا : ه ع ل | |
| (٢١) سا : فإذا | |
| (٢٢) سا ، د : غير موجود | |
| (٢٣) سا ، د : غير موجود | |
| (٢٤) سا ، د : قربه | |

القمر (١) في (٢) أقرب قربه (٣) من الأرض وحيث يكون دائرة قطع المخروط أعظم (٤) ما يكون حيث (٥) يقع فيه القمر وذلك حيث بعده من العقدة في مائله ح ك فإنه يقع من القمر في الظل نصفه وجزء من اثني عشر . وذكر رسدا آخر أيضاً كان اختلاف (٦) القمر فيه على حسب ذلك (٧) النظر (٨) (قمع مو) (٩) وهو قريب من الحضيض وكان بعده من العقدة (١٠) (رف لو) (١١) ومن (١٢) مركز الظل (١٣) على مثل تلك الدائرة (١٤) وكان الكسوف إلى الجنوب ثلاثة (١٥) أصابع فكان القمر لامحالة شمالي العرض ففي مثل هذه الحال وقع في (١٦) الكسوف ربع قطر القمر لكن العرض (١٧) للقمر (١٨) في الرصد (١٩) الأول يكون لامحالة (ح ح ك) (٢٠) وفي الثاني (٢١) (ح يد ن) (٢٢) وذلك بين إذا علم البعد (٢٣) من العقدة

-
- (١) سا ، د : غير موجود
(٢) د : من
(٣) د : القمر - وفي سا : [قرب القمر] بدلا من [قربه]
(٤) سا : فلا
(٥) سا ، د : بحيث
(٦) سا : غير موجود
(٧) د : غير واضح
(٨) سا : القطر
(٩) سا ، د : قمع مر
(١٠) في هامش ب : الأرض
(١١) ف : ر ه لو - وفي د : ي لو و - وفي سا : غير واضح
(١٢) سا : من
(١٣) د : تلويده - وفي سا : غير موجود
(١٤) د : غير موجود
(١٥) ف : ثلاث
(١٦) د : غير موجود
(١٧) سا ، د : عرض
(١٨) سا ، د : القمر
(١٩) ف : رصد
(٢٠) سا ، د : ه ه د
(٢١) سا : غير موجود
(٢٢) سا : ه يد ر - وفي د : ه يد ن
(٢٣) د : المقدة

فإذن (١) قد كان بزيادة (ح يا مر) (٢) في قرب القمر من فلك البروج وهو بنقصان (٣) العرض يدخل من قطره ثلاثة وهو التفاوت بين الكسوفين ودقائقه ها هنا (ح يا مر) (٤) فإذا جمع قطره يوتر ثلاثة أضعاف هذه الدقائق وهو : (ح له ك) (٥) ولأن (٦) عرض القمر معلوم وكان دخل في الرصد الثاني ربعه ودقائق الربع من العرض معلوم وهي (ح ح ن) (٧) وهذه الدقائق أيضاً هي دقائق (٨) الربع (٩) الباقي (١٠) إلى المركز (١١) وهي التي بين طرف (١٢) الكسوف وبين مركز القمر فإذا أسقط هذا الربع من العرض فالباقى وهو نصف قطر دائرة قطع الظل في ذلك الموضع معلوم ويخرج بالحساب (ح مو) بالتقريب وهو أكثر (١٣) من ضعف وثلاثة أخماس نصف قطر القمر بشئ (١٤) لا يعتد (١٥) به ونصف قطر القمر في أقرب قرب القمر الكائن في اتفه الاته يكون (ح يرم) (١٦) بالتقريب وإذا علم نصف قطر الظل هناك ونصف قطر القمر فمجموعهما (١٧) عرض حد الكسوف ومجموعهما (أ جم) . قد بين مقدار عرض القمر الذى هو حد الكسوف (١٨) وذلك

-
- (١) سا : فإذا
(٢) سا : يد مر - وفى د : يا من
(٣) د : نقصان
(٤) سا : ه ل ح - وفى د : ه له ل
(٥) ف : ولا محاله
(٦) د : ح يه
(٧) (٨) [أيضاً هي دقائق] : وفى هاش ف
(٩) (١٠) [من العرض معلوم وهي (ح ح ن)] وهذه الدقائق أيضاً هي دقائق الربع [: غير موجود فى سا
(١١) (١٢) سا ، د : الثانى
(١٣) (١٤) سا ، د : مركز القمر - وفى ف : فوق [الباقي إلى المركز] نجد عبارة
[الثانى إلى مركز القمر]
(١٥) (١٦) سا : طرق
(١٧) (١٨) د : أكبر
(١٩) (٢٠) سا : قسى
(٢١) (٢٢) د : لا يعقده
(٢٣) (٢٤) سا ، د : ه يرم
(٢٥) (٢٦) سا : لمجموعهما - وفى د : غير واضح
(٢٧) (٢٨) [ومجموعهما (أ جم)] قد بين مقدار عرض القمر الذى هو حد الكسوف [: غير موجود فى سا

إذا كان في بعده الأقرب وأما الشمس فإن نصف قطرها مساو لنصف قطر القمر في بعده الأبعد^(١) وهو معلوم ونصف قطر القمر في البعدين معلوم فإذا كان البعد المرتئي بين مركزي الشمس والقمر مساوياً لنصف قطر القمر في ذلك الحد ونصف قطر الشمس مجموعين وهو^(٢) حد الكسوف ونعلم ذلك بإحاطتنا باختلاف المنظر في كل موضع ولما^(٣) كان نصف المقدارين مجموع نصفى قطري الشمس والقمر وذلك (ح ل ك)^(٤) لأن نصف قطر الشمس (ح يه ما)^(٥) بالتقريب ونصف قطر القمر في البعد الأقرب (ح ير م)^(٦) فذلك (ح ل ك)^(٧) فإذا^(٨) كان عرض القمر (ح ل ك)^(٩) فإن البعد من العقدة (وك د)^(١٠) لأن للدرجة الواحدة من العرض بعد^(١١) إحدى عشرة^(١٢) درجة ونصف من العقدة ونجعل (ح ل ك)^(١٣) ثالثاً^(١٤) ونستخرج^(١٥) الرابع فهذا حد المماسه وإذا لم يكن انحراف لم ينكسف فإن كان انحراف كان كسوف إذا كان الانحراف بالقدر الذي يوجب الانتقال^(١٦) عن المماسه إلى المقاطعة والستر^(١٧) وذلك إما في الطول حين^(١٨) يكون فلك البروج على^(١٩)

-
- (١) د : والأبعد
(٢) سا ، د : فهو
(٣) ف ، سا ، د : لما
(٤) سا : ه ي ح ل - وف د : ه ل ح ل
(٥) سا : ه ه م - وف د : ه يد م
(٦) سا ، د : ير م
(٧) ف : ه ل ك - وف سا ، د : ل ل ل
(٨) سا ، د : وإذا
(٩) سا : ي ح ل - وف د : ل ل ل
(١٠) د : ك د
(١١) ه : ل بعد
(١٢) ه ، سا ، د : أحد عشر
(١٣) سا ، د : ي ح ل
(١٤) سا ، د : غير واضح
(١٥) سا : ويستخرج
(١٦) سا ، د : غير موجود
(١٧) سا : والسير - وف د : والسر
(١٨) ه ، سا ، د : حين ما
(١٩) د : عن

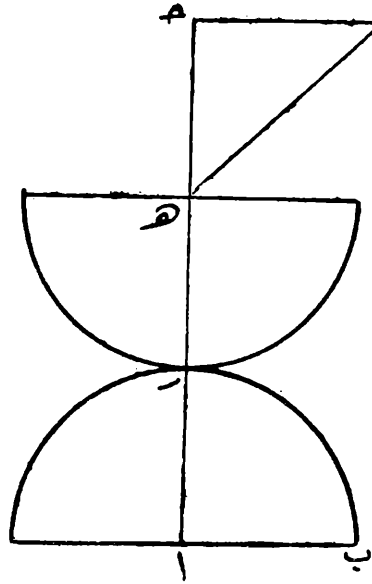
سمت الرؤوس وأما في (١) انحراف العرض (٢) إما إلى (٣) الشمال وإما إلى الجنوب
والذى إلى الشمال فيقع منه في الإقليم الأول إذا كان في (٤) الأسد ، والجوزاء (٥)
ثماني (٦) دقائق مجتسباً باختلاف المنظر للشمس فيصير مع نصف المقدارين
(ح ما) (٧) وحينئذ يكون قوس الطول (ل) (٨) فاستخراج (٩) الرابع (١٠)
قريباً من (ريب) فإن زيد عليه اختلاف المنظر في الطول وهو ثلاثون دقيقة بالتقريب
يبلغ ذلك (ح ك ب) وأما أكبر (١١) ما يكون من الجنوب في الإقليم السابع (ن ح) (١٢)
دقيقة وحينئذ يكون غاية انحراف الطول (ح هـ) (١٣) وذلك في العقرب وفي الحوت
فيضاف الانحراف العرضي (١٤) إلى نصف المقدارين ويستخرج بالنسبة القوس
فيكون (ح يركو) (١٥) ويزاد عليها انحراف الطول فيكون (ح ير ما) (١٦) وهو (١٧)
إذن القوس من العمدة قال فقد بان أنه إذا لم يكن انحراف البتة فالقوس (وكد) (١٨)
وإن كان انحراف جنوبي فهي (١٩) (ح ك ب) أو كان انحراف شمالي فهي (ح ما) (٢٠)

-
- (١) د : غير موجود
(٢) سا ، د : في العرض
(٣) د : في
(٤) سا : بين السطرين
(٥) سا : الجوزاء
(٦) د : غير واضح
(٧) سا ، د : ما
(٨) ف ، سا ، د : غير موجود
(٩) ف ، سا ، د : باستخراج
(١٠) ف : الربع
(١١) سا ، د : أكثر
(١٢) م : يح - وفي سا ، د : ثمان وخمسون
(١٣) د : هـ به
(١٤) د : العرض
(١٥) ها : به كر - وفي د : به كو
(١٦) سا : ير ما - وفي د : نر ما
(١٧) سا ، د : فهو
(١٨) ف : ركد - وفي د : ن كر
(١٩) سا ، د : فهو
(٢٠) ف ، سا ، د : ير ما

وأنت تعرف الباقي وقد فهم هذا المعنى بشكل فقال ليكن (١) قوس أب من البروج وقوس د ج من المائل للقمر وليكونا مقدار ما يحوزانه (٢) في زمان الكسوف وليفرضا متوازيين عند (٣) الحس (٤) في أزمنة مسيرات الكسوف فإن ذلك غرضنا (٥) وليكن (٦) آ ه ج (٧) قطعة من الدوائر الكبار التي (٨) تمر (٩) بقطبي الدائرة المائلة ونصف دائرة الشمس حول أ ونصف دائرة القمر حول ه متماستين بالرؤية على رو: أ ه (١٠) وهو البعد المرئي بين مركزيهما عندما يكون النيران متماسين في الرؤية وهما مجموع نصف (١١) القطرين في كل بعد يفرض (١٢) من الأرض (١٣) وليكن (١٤) في (١٥) أقرب القرب مجموع ما بين (١٦) المركزين معلوماً (١٧) وفي كل بعد واختلافات منظر (١٨) القمر الثلاثة (١٩) في ذلك الإقليم وذلك البعد كلها معلومة قال فإن كان مركز القمر على الحقيقة عند د كان د ه اختلاف المنظر الكلي للقمر و : د ج بكاد (٢٠) أن يكون اختلاف المنظر في الطول و : ج ه في العرض وهي

-
- (١) سا : لتكن - وفي د : فليكن
(٢) سا : مايجوزانه
(٣) سا : في - وفي د : غير موجود
(٤) د : بالحس
(٥) سا : عرضنا - وفي د : عرضا
(٦) سا : ولتكن
(٧) ف : في الهاشم
(٨) سا ، د : غير موجود
(٩) د : تم
(١٠) سا ، د : [ب و : ا ه]
(١١) سا ، د : غير موجود
(١٢) سا : مفروض
(١٣) ف : [الأرض وليكن في بعد يفرض من الارض]
(١٤) سا : ولكن
(١٥) سا ، د : غير موجود
(١٦) في هاشم ب المقدارين - وفي سا ، د : [ما بين] غير موجود
(١٧) ف : غير موجود
(١٨) ه : غير موجود
(١٩) د : الثلاث
(٢٠) د : فكاه

معلومة بالأصول السالفة و : د ج مساو لنظيره من فلك البروج الذى هو اختلاف المنظر فى الطول بالحقيقة مساواة بالتقريب إذا أخذت (١) الخطوط متوازية وجميع ذلك يكون معلوماً فى الشمال وفى الجنوب فى الأقاليم التى يفعل فيها (٢) اختلاف منظر فيصير قوس أ ه ج معلومة (٣) وقد تساهل (٤) فى أخذه (٥) خط أ ه ج قوس العرض فإن (٦) قوس العرض هى التى تخرج من قطبي البروج اللهم إلا أن يعنى بالدائرة المائلة دائرة البروج وعلى أن الاختلاف فى ذلك قليل جداً ونعود فنقول وليكن خط ج ه إلى الجنوب (٧) وليكن (ن ج) (٨) دقيقة فذلك أكثر ما يمكن فى أقاليمنا



شكلا (١١٤)

إلى حيث أطول النهار (يو) ساعة من الانحراف العرضى فيكون ج د (٩) للطلوى

(١) سا ، د : حدث

(٢) سا ، د : فـهـ

(٣) د : ماوما

(٤) د : يساهل

(٥) د : أحد

(٦) د : قال

(٧) [وليكن خط ح ه إلى الجنوب] : غير موجود فى سا

(٨) ف ، د : يج - وفى سا : يج

(٩) سا : ح ج - وفى د : ح ج

(يه) (١) دقيقة (٢) وجميع أ ه ج (صا) (٣) دقيقة (٤) فقد عرف العرض عند هذا الحد وهو أول حد يمكن أن يقع فيه الكسوف الشمسي إلى الجنوب في هذه البلاد وذلك في العترب والحدوت فإذا (٥) عرف العرض (٦) المرئي عرف البعد الذي من العقدة في المائل وهو يكون (ير كو) ويزيد عليه ج د وهو (يه) دقيقة فيكون (ير) جزء (٧) (ما) دقيقة (*) وأما في جهة الشمال فتكون مقادير هذه القسي أجزاء (٨) فيخرج البعد عن العقدة (٩) أقل ويكون حسابه على ما علمت (ح كب) فإن ه ج يكون أكثره (١٠) في البلاد المذكورة (ح) (١١) دقائق و : د ج : (ل) (١٢)

(١) سا : • به - وفي د ه يه

(٢) سا ، د : غير موجود

(٣) سا ، د : لا

(٤) سا ، د : غير موجود

(٥) سا ، د : وإذا (٦) د : غير موجود

(٧) د : غير موجود

(•) تعيين بعد القمر عن العقدة عند الكسوف

في شكل (١١٤) نفرض أن القمر والشمس متماسان بالرؤية : وان نصف قطر الشمس هو Γ ، ومركزها Γ ، ونصف قطر القمر هو δ ، ومركزه نقطة δ . وليكن Γ البروج . ولنفرض أن δ هو مسار القمر ، وأن القمر في الحقيقة كان عند نقطة δ ولكن اختلاف المنظر جعل مكانه المرئي عند نقطة δ .

نزل العمود د ج على Γ ر ه .

هنا متلجأ إلى افتراضات تقريبية هي :

أولا : الدائرة المارة بقطبي مسار القمر تمر بمركزى القمر والشمس أى أنها Γ ر ه ح

ثانياً : العمود د ح الواقع على هذه الدائرة يكون موازياً لخطك البروج

ثالثاً : عرض القمر المرئي هو Γ ر ه والحقيقى هو Γ ر ح أى أنها مقاسان على الدائرة المارة بقطبي مسار القمر في هذا الشكل يكون د ح هو اختلاف المنظر في الطول ، ح ه اختلافه في العرض . والمفروض

أننا نعرف د ح ، ح ه ، Γ ر ه (نصف قطر الشمس + نصف قطر القمر) ، مول مسار القمر

د ح على البروج Γ ب

∴ يمكن حساب بعد القمر د ح من العقدة عند الكسوف

(٨) ه : أخرى

(٩) [في المائل وهو يكون (ير كو) ويزيد عليه ح د وهو (يه) دقيقة فيكون (ير) جزءا

(ما) دقيقة وأما في جهة الشمال فيكون مقادير هذه القسي أجزاء فيخرج البعد عن العقدة [: غير موجود في سا

(١٠) د : أكثر

(١١) سا : ثمانية - وفي د : ثمان

(١٢) سا ، د : ثلاثون

دقيقة وذلك في الأسد والجوزاء فقد تبين أبعد حد الكسوف (١) القمرى (٢) في الشمال
 والجنوب في الدائرة (٣) المائلة في مثل هذا الإقليم وعلى حسب ذلك فاعلم (٤) أنت (٥)
 من نفسك في إقليم آخر له اختلاف منظر وإن لم يكن اختلاف منظر فخذ حيث العرض
 مجموع المقدارين قال ولما كان أكثر ما يقع من الاختلاف من (٦) الاجتماع الوسط
 والمحقق هو مجموع اختلاف الشمس والقمر وذلك سبعة أجزاء (٧) و (كد) (٨)
 دقيقة (٩) فإن غاية تعديل اختلاف القمر هو (١٥) (١٠) وغاية تعديل الشمس
 جزءان (١١) (كد) (١٢) دقيقة وذلك (١٣) كله سبعة أجزاء و (كد) (١٤) دقيقة
 وإلى أن يقطع (١٥) القمر هذا القدر تكون (١٦) الشمس قد سارت جزءاً من ١٣ (١٧)
 جزءاً منه وهو (لد) (١٨) دقيقة وإلى أن يقطع القمر هذا أيضاً تكون الشمس قد
 سارت جزءاً من ١٣ (١٩) جزءاً (٢٠) منه وهو قريب من (ج) (٢١) دقائق (٢٢)

-
- (١) سا ، د : كسوف
 (٢) سا : القمر - وفى د : الشمس - وفى هاشم : الشمس
 (٣) د : دائرة
 (٤) سا : تعلم - وفى د : فاعلم
 (٥) د : أنه
 (٦) سا ، د : بين
 (٧) [سبعة أجزاء] : غير موجود فى د ، سا
 (٨) سا ، د : وكذا
 (٩) سا ، د : غير موجود
 (١٠) سا ، د : خمسة أجزاء ودقيقة
 (١١) هـ ، د : جزئين
 (١٢) سا ، د : وثلاثة وعشرون
 (١٣) سا ، د : فذلك
 (١٤) سا : وأربعة وعشرون - وفى د : وأربعة وعشرين
 (١٥) د : نقطة
 (١٦) سا ، د : فتكون
 (١٧) سا ، د : ثلاثة عشر
 (١٨) سا : له
 (١٩) سا ، د : ثلاثة عشر
 (٢٠) سا ، د : غير موجود
 (٢١) سا ، د : ثلاث
 (٢٢) د : وفا

وما تسيره الشمس في مدة سير القمر هذه الدقائق أقل من أن يعتد به فجملته (١)
 ما سارته الشمس إلى أن يلحقها القمر جزء من ١٢ (٢) جزءا من سير القمر إلى
 وقت اللحوق بالتقريب وهو (لر) (٣) دقيقة فليزده (٤) على اختلاف الشمس
 فيكون (جم) (٥) درج فإذا جمعنا التعديلين وهذا الفضل باغ جميعه (ر ر) (٦)
 وهو الذي يحتاج أن يقطعه (٧) القمر إلى وقت الاجتماع الحقيقي وهو غاية الفضل
 بين الاتصالات الوسطى والحقيقية وقد تبين من هذا أن الشمس تحتاج أن تتحرك
 بين الاتصال (٨) الحقيقي والوسط جزءا من اثني عشر جزءا (٩) مما يتحركه (١٠)
 القمر لكن القمر (١١) عند مثل هذا (١٢) الكسوف (١٣) الذي نحن في ذكره يكون (١٤)
 في البعد الأقرب من تدويره بحيث لا تعديل له ويبقى تعديل الشمس وزيادة ما تتحرك
 الشمس على النسبة المذكورة وإذا كان غاية تعديل الشمس (ب كح) (١٥)
 فالواجب أن يزيد جزءا من اثني عشر جزءا من ذلك وهو (يا) (١٦) دقيقة
 وشيء يكون جميع ذلك (ب لد) (١٧) دقيقة وهو ما يحتاج أن يقطعه القمر
 إلى الاجتماع الحقيقي لكن بطليموس أخذ مكانه (١٨) ما تسيره الشمس بين (١٩) الاتصالات

(٢) سا ، د : اثني عشر

(١) سا ، د : وفي جملة

(٣) سا : له

(٤) سا : فليزده وفي د : فليروه

(٥) سا ، د : ثلاث

(٦) ف : ر ير - وفي سا : سبعة أجزاء وسبعة وخمسين دقيقة - وفي د : سبعة أجزاء

وسبع وخمسين دقيقة

(٧) د : نقطة

(٨) سا : الاتصالات

(٩) سا ، د : جزءا

(١٠) د : يتحرك

(١١) سا ، د : غير موجود

(١٢) سا : ميل

(١٣) في هامش ب : وينظر

(١٤) سا : يكون بين

(١٥) سا : جزئين وثلاثة وعشرين دقيقة - وفي د : جزآن وثلاث وعشرين دقيقة

(١٦) سا : إحدى عشر - وفي د : إحدى عشرة

(١٧) سا : جزئين وأربعة وثلاثين - وفي د : جزآن وأربع وثلاثين

(١٨) سا ، د : مكان (١٩) سا : من

الحقيقى والوسط وهو (لو) (١) دقيقة وزاده على مسافة ما بينهما (٢) فبلغ ثلاث (٣) درج وهذا ما لا يكون فكأنه (٤) تساهل فى ذلك وأخذ (٥) الأمور على غاية حدودها فى الإفراط (٦) فإذا (٧) ينبغى أن يزيد لحد (٨) الكسوف الوسط وهو الذى لمركز (٩) التدوير ثلاث درج فيكون حد مركز التدوير فى الشمال ٢٥ جزءا ، ٤١ دقيقة (١٠) وفى الجنوب (يا) جزءا ، (كب) دقيقة وما يبق (١١) القوسين (١٢) من القسى الأربع لا يمكن أن يقع فيها كسوف (١٣) البتة فإذا (١٤) بعد القمر الوسط (١٥) الدورى فى (١٦) جدول أعداد الاتصالات من النهاية الشمالية (سط) جزءا و (يط) دقيقة (١٧) فقد وافى الحد فإذا جازه (١٨) كان كسوف إلى أن يجوز الحد (١٩) الأول الجنوبى وهو (سط يط) (٢٠) ونعد (٢١) تمام القوسين (٢٢) اللتين (٢٣) أحدهما وهى الشمالية (ك ما)

-
- (١) سا : سته وثلاثون - وفى د : ست و ثلاثون
(٢) [وزاده على مسافة ما بينهما] : غير موجود فى سا ، د
(٣) سا : ثلثه
(٤) سا : لكن كأنه - وفى د : بل كأنه
(٥) سا : لو أخذ - وفى د : أو أخذ
(٦) سا : الأطراف
(٧) فى هامش : أى أنا سلكتنا مسلك بطليموس وزدنا مازاده
(٨) ف . بجد
(٩) سا : غير واضح
(١٠) سا : [ل م ا] - وفى د : [ل ما] بدلا [٢٥ جزءا ، ٤١ دقيقة]
(١١) سا ، د : [يالب] بدلا من [(يا) جزءا ، (كب) دقيقة]
(١٢) سا ، د : بين (١٣) سا : قسى
(١٤) سا : وإذا (١٥) سا : الأوسط
(١٦) ف : غير موجود
(١٧) سا ، د : [سط يط] بدلا من [(سط) جزءا ، يط دقيقة]
(١٨) سا : جلوزه
(١٩) سا ، د : الجدول
(٢٠) سا ، د : [بعد سط] بدلا من [سط يط]
(٢١) د : وبعد
(٢٢) د : القوس
(٢٣) سا : اللذين - وفى د : غير موجود

والأخرى (١) وهى الجنوبية (ياكب) (٢) وذلك كله (قيا) جزءا
(كب) دقيقة (٣) فإذا جاز لا يكون البتة كسوف إلى (٤) أن (٥) يسير
(رنج) (٦) جزءا و (لح) دقيقة (٧) فيقصر (٨) عن العقدة الأخرى من جهة
الجنوب (يا) جزءا (كب) دقيقة (٩) وهو بعد العقدة بقوس من الشمال
مبلغها (ياكب) (١٠) ثم يدخل (١١) فى حد الكسوفات إلى أن يجوز (رس) (١٢)
جزءا (ما) (١٣) دقيقة فلا يقع كسوف البتة ولما كان كما تبين حد كسوف
القمر حيث عرض القمر (سح) دقيقة (لو) ثانية (١٤) ونسبة (١٥) العرض
إلى البعد عن العقدة على (١٦) ما بينا (١٧) هى (١٨) نسبة جزء إلى أحد عشر ونصف
فيكون بعده عن العقدة (يب) درجة (١٩) (يب) دقيقة (٢٠) ولما يتبين (٢١) بعينه يزداد
الوسط (٢٢) ثلاثة أجزاء لأن حكم هذا فى المقاطرة كحكم ذلك فى المقارنة

-
- (١) سا ، د : والآخر
(٢) د : يالب
(٣) سا ، د : [يالب] بدلا من [(قيا) جزءا ، (كب) دقيقة]
(٤) د : غير موجود
(٥) ف : فى الهامش
(٦) ف : ديج
(٧) سا ، د : [ريج لح] بدلا من [(رنج) جزءا ، (لح) دقيقة]
(٨) سا : فنقصر
(٩) سا ، د : [ياكب] بدلا من [(يا) جزءا ، (كب) دقيقة]
(١٠) فى هامش ف : [ما] - وفى سا ، د : [ما]
(١١) سا : ندخل
(١٢) سا ، د : مائتين وتسعين
(١٣) سا ، د : وإحدى وأربعين
(١٤) سا ، د : [ا ح لو] بدلا من [(ح) دقيقة ، (لو) ثالثة]
(١٥) سا : فنسبة
(١٦) سا : بين السطرين
(١٧) سا ، د : ماقلنا
(١٨) سا ، د : غير موجود
(١٩) [يب درجة] : غير موجود فى ف - وفى د : [على ماقلنا يب]
(٢٠) سا ، د : [يب يب] بدلا من [(يب) درجة ، (يب) دقيقة]
(٢١) سا ، د : تبين
(٢٢) سا ، د : للوسط

في أنه لا تعديل البتة (١) بل القمر على أوج التدوير دائماً والذي بين (٢) الاتصاليين هو تعديل الشمس مع زيادة حركة الشمس في المدة المعلومة فيكون أول (٣) حد الكسوف بعد (٤) القمر (٥) بالوسط (به يب) وذلك واحد في جميع الجوانب فإذا (٦) إذا كان بعده من الشمالية إلى (عد مح) لم يكن كسوف ثم يكون إلى (قه يب) (٧) ثم لا يكون إلى (و ند مح) (٨) ثم يكون إلى (د له يب) (٩) ثم لا يكون (١٠) ونضيف (١١) إلى آخر جداول الاتصالات حدود (١٢) الكسوف ليسهل (١٣) العمل بها .

فصل

في أبعاد ما بين الشهور التي قد يكون فيها الكسوفات (١٤)

ثم أخذ يعرف في كم مدة يعود الكسوف حتى لا نحتاج أن يرجع (١٥) إلى الحساب في كل اتصال فننظر هل (١٦) يكون كسوف أم لا (١٧) يكون بل إنما

(١) سا ، د : منه

(١) سا ، د : النى

(٣) في هامش : [أول حد بعد مركز الكسوف للقمر بالوسط] ، [يعنى حدود

كسوف للثريين التي لعرض القمر]

(٤) سا ، د : [بعد المركز الكسوف] بدلا من [الكسوف بعد]

(٥) د : للقمر

(٦) سا : فإذا

(٧) د : و يب

(٨) م ، د : ر يد مح - وفي سا : غير واضح

(٩) سا ، د : رقه يب

(١٠) [إلى د له يب ثم لا يكون] : غير موجود في ف

(١١) سا ، د : جدول

(١٢) سا ، د : جدول

(١٣) د : يسهل

(١٤) [فصل في ابعاد ما بين الشهور التي قد يكون فيها الكسوفات] : غير موجود

في سا : د

(١٥) ه : يرجع

(١٦) ف : في الهامش

(١٧) سا : أولا

نرجع ونشتغل (١) بمراعاة (٢) ذلك عند حصول المدة التي في مثلها (٣) يقع الكسوف ولما كانت المدة الوسطى لحمسة (٤) أشهر من اتصال إلى اتصال بالوسط إذا فرض فيها للشمس أسرع مسيرها ليمكنها أن تقطع أقصر ما بين حدى الكسوف كان (٥) أسرع مسيرها يزيد على مسيرها الوسط الذى هو (قمه لب) (٦) بأربعة أجزاء و (يح) (٧) دقيقة وإذا فرض فيها للقمر أبطأ السير حتى لا يتجاوز ما يتأخر عن هذا الوسط المشترك ويكون ما بين (٨) الوسط والحقيقى (٩) مهلة (١٠) تتحرك (١١) الشمس فيها زيادة مسافة فيزيد ذلك فى مهلة (١٢) الشمس وإذا فرض ذلك كان تعديل القمر الناقص بمقدار (ح م) لأن أكثر فضل سيره فى اختلافه فى تلك المدة يكون (قكط) (١٣) جزءا و (٥) دقائق (١٤) ويكون (١٥) البعد بينهما (ح) جزءا و (يح) دقيقة (١٦) والجزء من اثنى عشر من ذلك لوقت (١٧) لحوقه الشمس وهو (ا و) (١٨) فيكون (دلح) (١٩) بالتقريب

(١) سا ، د : ويستعمل

(٢) د : مراعاة

(٣) سا : مثله

(٤) سا : بخمسة

(٥) [أقصر ما بين حدى الكسوف كان] : فى هامش سا

(٦) سا ، د : قمه لب

(٧) ف ، سا ، د : و (ل ح)

(٨) سا ، د : بين

(٩) سا ، د : الحقيقى

(١٠) سا : غير واضح

(١١) سا : تتحول

(١٢) سا : غير واضح

(١٣) ف : قيط

(١٤) سا ، د : (قلط ه) بدلا من [(قكط) جزءا و (ه) دقائق]

(١٥) سا ، د : فيكون

(١٦) سا : (يح ل ح) - وفى د : (ل ح ل ح) بدلا من [(يح) جزءا

(يح) دقيقة]

(١٧) سا : الوقت - وفى ف : غير موجود

(١٨) سا : درجة وستة دقائق - وفى د : درجة وست دقائق

(١٩) د : و ل ح

ويسير (١) العرض (قنح كا) (٢) وهو درجة وست (٣) دقائق تزداد على فضل اختلاف الشمس فيكون (ه مد) بالتقريب فإذا زدنا على الوسط تعديل الشمس مع هذه الزيادة وهو درجة وست دقائق كان الجميع (قط) (٤) (جزءا و) (٥) (٥) دقائق (٦) ويسير (٧) القمر في هذه المدة في العرض (٨) (قنح كا) (٩) لكن حدود (١٠) الكسوفات (١١) لبعده القمر الوسط من الأرض هو حيث العرض جزء واحد لأنه كن (١٢) للأقرب عرض جزء وثلاث دقائق و (لو) ثانية وهو مجموع المقدارين وللأبعد عرض (١٣) (نو) دقيقة و (كد) ثانية (١٤) والواحد كالواسطة بينهما فهو عرض الواسطة بينهما وحيث العرض جزء واحد (١٥) فإن بعده من العقدة (فا) (١٦) جزءا و (ل) دقيقة (١٧) فإذا أسقط (١٨) ضعفه من (١٩) نصف الدائرة بقي (قنر) (٢٠) جزءا (٢١) وقوس (٢٢) هذا الاتصال يزيد

(١) د : ويسير (٢) ف ، سا ، د : قنح كا

(٣) سا : وستة

(٤) ف : قط - وفي سا ، د : مائة وتسعة وخمسين

(٥) سا ، د : وخمس

(٦) في هامش ب : وهو مايسير القمر في هذه المدة بالحقيقة

(٧) سا ، د : ويسير

(٨) [في العرض] : غير موجود في سا

(٩) ف ، سا : قنح كا

(١٠) د : حدود (١١) سا ، د : الكسوف

(١٢) سا : غير موجود (١٣) ف : لو

(١٤) سا : [ه يو كد] - وفي د : [ه نوكد] بدلا من [(نو) دقيقة

(كد) ثانية]

(١٥) د : كرر بعد ذلك جزءا ما سبق على الصورة التالية [لأنه كان للأقرب عرض جزء وثلاث

و (نو) ثانية وهو مجموع المقدارين للأبعد عرض (ه نوكد) والواحد كالواسطة بينهما وحيث العرض جزء واحد]

(١٦) ف : يا

(١٧) سا : [يال] - وفي د : [فال] بدلا من [(فا) جزءا ، (ل) دقيقة]

(١٨) د : سقط

(١٩) سا ، د : من

(٢٠) ف ، سا : قير

(٢١) سا ، د : غير موجود

(٢٢) سا : وهو نفس

عليه بجزئين (١) و (٥) (٢) دقائق فاذن (٣) هي قوس كسوف وهذا الفضل الذى بين (٤) الخمسة الأشهر الوسطى وبين الحقيقة هو (٥) مسير (٦) القمر الحقيقى من اتصال إلى اتصال دون الذى لمسير (٧) مركز التدوير فاذن (٨) يمكن أن يقع فى طرفى أكثر ما يكون من خمسة أشهر كسوفان قمرىان ولكن من جهة واحدة لاغير وأما أنه هل يعود كسوف فى أقصر مدة سبعة أشهر طلبا لأن لا يكون قوس (٩) ما بين الاتصاليين زائدا على القوس التى طرفها داخل فى حد الكسوف من الجهة المقاطرة (١٠) لنقطة (١١) الكسوف قال فإن (١٢) هذا لا يمكن وإن جعلنا مسير الشمس أبطأ ما يكون ومسير القمر أسرع ما يكون حتى بلحقها فى أقرب مدة قبل القوس المذكورة لأن قوس القمر فى هذه المدة الوسطى بالمسير الوسط ٢٥٣ أجزاء و (مه) دقيقة (١٣) وتعديل القمر الزائد يكون (ط) (١٤) أجزاء و (نج) (١٥) دقيقة لأن قوس الاختلاف يكون (فب) (١٦) جزءا و (مح) دقيقة (١٧) وأكبر (١٨) تعديل الشمس الناقص يكون فى مسيره (١٩) فى مثل (٢٠)

-
- (١) ف : بحرين - وفى د : عشرون
(٢) سا ، د : وخمس
(٣) سا : فإذا
(٤) سا ، د : بين الأيام
(٥) ف : وهو - وفى سا ، د : هو
(٦) سا ، د : بمسير
(٧) د : بمسير
(٨) سا : فإذا
(٩) د : قوس ط
(١٠) د : المقاطر
(١١) د : ولنطقه
(١٢) سا : غير موجود
(١٣) سا ، د : [رح مه] بدلا من [٢٥٣ أجزاء ، (مه) دقيقة]
(١٤) سا ، د : تسعة
(١٥) ف : و (يج) - وفى سا ، د : وثمانية وخمسين
(١٦) ف : قف
(١٧) سا ، د : [قف مح] بدلا من [(فب) جزءا ، (مح) دقيقة]
(١٨) : غير واضح - وفى د : واكثر
(١٩) سا ، د : سيره
(٢٠) سا : ميل

هذه المدة (١) أربعة أجزاء و (مب) دقيقة (٢) وأنت تعلم أنه إذا كان هكذا يكون القمر قد أدرك (٣) الشمس بالمسير (٤) المقوم قبل إدراكه إياها بالوسط (٥) وتكون (٦) الشمس قد أدركت قبل أن بلغت وسطها لأنها ناقصة السير (٧) ويكون بين الوسطين مجموع التعديلين وهو (يدم) (٨) والجزء من اثني عشر (٩) منها معلوم فإذا (١٠) زيد ذلك على تعديل الشمس بلغ (هـ نه) (١١) وذلك (١٢) مبلغ ما يجب أن ينقص من وسط القمر في العرض وكان قوس الاتصال (هـ نه) (١٣) ومسير القمر في العرض يكون في (١٤) هذه المدة (ريد) جزءا و (مب) دقيقة (١٥) فإذا نقص منه هذه الأجزاء بقي قوسه المائل (رح) أجزاء (مر) دقيقة (١٦) وهو أعظم من إحدى القوسين (١٧) التي (١٨) يقع فيها (١٩) الكسوف (٢٠) وأصغر من التي (٢١) تليه (٢٢) فإذا (٢٣) لا يمكن أن يكون في

(١) سا ، د : المدة يكون

(٢) سا : [د مت] - وفي د : [د مب] بدلا من [أربعة أجزاء ،

(مب) دقيقة]

(٣) د : أدركته

(٤) ف ، سا ، د : السير

(٥) د : بالمسير الوسط

(٦) سا : ويكون

(٧) د : غير واضح

(٨) [وهو (يدم)] : غير موجود في سا ، د

(٩) في هامش ف : [وهو فـه]

(١٠) سا : فإذا

(١١) ف : هـ - وفي سا : هـ هـ

(١٢) سا ، د : فذلك

(١٣) ف : هـ - وفي هامش ف : رح - وفي سا : هـ يايه - وفي د : هـ فايه

(١٤) سا ، د : غير موجود

(١٥) سا ، د : [ريد ما] بدلا من [(ريد) جزءا ، (مب) دقيقة]

(١٦) سا ، د : [رح مر] بدلا من [(رح) أجزاء ، (مر) دقيقة]

(١٧) سا ، د : القوس

(١٩) سا ، د : فيه

(١٨) د : الذي

(٢١) سا ، د : الذي

(٢٠) د : القوس

(٢٢) د : يليه

(٢٣) سا : فإذا

طرفي (١) سبعة أشهر البتة كسوفان قمريان والنظر هل يمكن أن (٢) يكون للشمس كسوفان في طرفي مدة خمسة أشهر في بلد واحد بعينه فنقول (٣) قد علم أن قوس القمر من المائل في أطول مدة خمسة أشهر (٤) (قط ٥) (٥) والقوس التي (٦) لا كسوف فيها في بعد القمر الوسط إلا باختلاف المنظر دون نفس المماسية هي (قسر) جزءا (لو) دقيقة (٧) لأن المقدارين هناك (لب) دقيقة (ك) ثانية (٨) لأن (٩) نصف (١٠) قطر القمر في البعد الأوسط جعل زائدا على نصف قطره في البعد الأبعد فنضيف زيادة الأوسط على الأبعد إليه فكان (١١) (يو) دقيقة و (م) ثانية (١٢) ونصف قطر الشمس تقريبا (يه) دقيقة و (م) ثانية (١٣) وذلك (١٤) (لب) دقيقة و (ك) ثانية (١٥) والبعد من العقدة ستة أجزاء و (يب) دقيقة (١٦) فقد فضل القوس التي لا كسوف فيها بثماني (١٧) درج (لا) (١٨) دقيقة وهذا المقدار يوجب زيادة عرض على حد الكسوف مبلغها (مه) دقيقة (١٩) بالتقريب

(١) سا ، د : طرف

(٢) ف : في المماس

(٣) سا ، د : غير موجود

(٤) سا ، د : أشهر هو

(٥) ف ، سا : قيط ه

(٦) سا ، د : التي

(٧) سا : [قسـد لو] - وفي د : [قسر لو] بدلا من [قسر] جزءا

[لو) دقيقة]

(٨) سا ، د : [ه لب ل] بدلا من [لب) دقيقة ، (ل) ثانية]

(٩) سا ، د : وذلك لأن

(١٠) سا : ينصفه

(١١) د : وكان

(١٢) سا : [ه يو - وكان يو م] - وفي د : [ه يو م] بدلا من [(يو)

دقيقة ، (م) ثانية]

(١٣) سا ، د : [ه يه م] بدلا من [يه) دقيقة ، (م) ثانية]

(١٤) سا ، د : فذلك

(١٥) سا ، د : [لب ل] بدلا من [لب) دقيقة ، (ل) ثانية]

(١٦) سا ، د : [و يب] بدلا من [ستة أجزاء ، (يب) دقيقة]

(١٧) ث ، سا : بثمانية - وفي د : ثمان

(١٨) سا : واحد وثلاثين - وفي د : وإحدى وثلاثين

(١٩) سا ، د : [ه مه] بدلا من [مه) دقيقة]

فلان أمكن أن يقع في أحدا الاجتماعين من اختلاف المنظر ما هو أكثر من هذا المقدار
 أمكن وإلا لم يمكن ثم من البين على ما قلنا إن حركة الشمس إذا وضعت (١) أسرع
 ما يكون في هذه المدة وأعظم اختلافا وذلك من ثلثي السنبلة إلى ثلثي الدلو (٢)
 وحركة القمر أبداً ما يكون كان البعد بين الزيرين (٣) على ما قلنا مجموع التعديلات
 وهو (يح) جزءا و (يح) دقيقة (٤) ويزاد عليه جزء من اثني عشر (٥) ليكون (يد)
 جزءا و (كد) دقيقة (٦) والقمر يسير هذا القدر في يوم وساعتين وربع فلنزد ذلك
 على أيام خمسة أشهر وسطى التي هي (قمر) يوما و (يه) (٧) ساعة ونصف وربع
 ساعة تجتمع المدة العظمى لخمسة (٨) أشهر في هذا المكان (٩) (قمح) يوما
 و (يح) (١٠) ساعة وتحتاج إلى موافاة الوقت الذي كان فيه الكسوف الأول إلى ست
 ساعات أخرى ثم لسنأ نجد في جميع هذه (١١) المكسونة اختلاف منظر إلى الشمال
 في البرجين المذكورين في هذا المكان قبل موافاة هذه بست ساعات بحيث يكون
 زائلا على (مه) دقيقة (١٢) لا بانفراد ولا بإجتمع بأن (١٣) يكون بعضه (١٤) واقعا في
 الكسوف الأول وبعضه (١٥) واقعا (١٦) في الكسوف الثاني حتى (١٧) يدارك (١٨)

(١) د : وصفت

(٢) سا : الدور

(٣) د : البعدين

(٤) سا ، د : [يح لح] بدلا من [(يح) جزءا ، (يح) دقيقة]

(٥) سا : عشر جزءا

(٦) سا ، د : [يد كد] بدلا من [(يد) جزءا ، (كد) دقيقة]

(٧) سا : وخمسة عشر - وفي د : وخمس عشرة

(٨) ف ، سا : بخمسة

(٩) د : غير موجود

(١٠) د : و (لح)

(١١) سا ، د : غير موجود

(١٢) سا ، د : [خمسة وأربعين] بدلا من [(مه) دقيقة]

(١٣) د : من أن

(١٤) سا ، د : نقصه

(١٥) سا ، د : ونقصه

(١٦) ف : في الهامش

(١٧) في هامش ه : [.... مدة الكسوف]

(١٨) سا : غير واضح

طرفا الكسوف المدة وذلك عند ما يكون القمر في الجهة الجنوبية من الشمس ومن فلك البروج حتى يقع اختلاف المنظر الموجب للكسوف شماليا بأن (١) يكون متوجها من الذنب إلى الرأس وأما الانحراف إلى جهة الجنوب فقد يمكن أن يقع اختلاف (٢) المنظر في البرجين ما يزيد على ذلك قبل تنمة المدة المذكورة بالست (٣) الساعات (٤) المذكورة (٥) وذلك إذا كان الغارب (٦) في الاجتماع الأول ثلثي (٧) السنبلة وكان وسط السماء في الاجتماع الثاني ثلثي (٨) الدلو ففي هذا الموضع (٩) يقع للقمر في بعده الوسط انحراف جنوبي إذا احتسب كالذي (١٠) للشمس يبلغ (١١) المقدار (١٢) المطلوب (١٣) أما تحت معدل النهار ففي ثلثي العذراء (١٤) (كب) (١٥) دقيقة وثلثي الدلو (يد) دقيقة (١٦) وأما حيث يكون أطول نهارهم اثنتي عشرة ساعة ونصفا (١٧) ففي ثلثي العذراء (١٨) (كر) (١٩) دقيقة (٢٠) وفي ثلثي الدلو (كب) دقيقة (٢١)

-
- (١) سا : فإن
(٢) د : من اختلاف
(٣) ع : بالست
(٤) د : ساعات
(٥) [بالست الساعات المذكورة] : غير موجود في سا
(٦) سا : العارف
(٧) د : ثلثا
(٨) سا ، د : ثلثا
(٩) سا : الوضع
(١٠) ف ، سا ، د : بالذي
(١١) سا : نبلغ
(١٢) سا ، د : المدة
(١٣) سا ، د : المطلوبة
(١٤) د : المد لاه
(١٥) سا : ه كب
(١٦) د : غير موجود - وفي سا : [ه يد] بدلا من [يد) دقيقة]
(١٧) ع ، د : ونصف
(١٨) د : المنواه
(٩) ع : غير واضح - وفي د : كد
(٢٠) د : غير موجود - وفي سا : [ه كر] بدلا من (كر) دقيقة
(٢١) سا ، د : [ه كب] بدلا من [كب) دقيقة]

ومجموعهما يزيد على (مه) (١) بأربع دقائق وكلما أمعن في الشمال كانت الزيادة أكثر وهذا يكون في الجانب الشمالى من الشمس لا محالة بأن يكون (٢) القمر (٣) متوجها من الرأس إلى الذنب فهذا (٤) ما فعله بطليموس وأما في أقصر ما يكون من سبمة أشهر فقد يمكن للشمس أيضا ذلك إذ قد تبين في باب كسوف القمر أن فضل القوس في المائل يكون في هذه المدة (رح) جزءا و (مر) دقيقة (٥) والقوس التي الكسوف (٦) فيها في بعد القمر الوسط أصغر منه بستة عشر جزءا و (كج) (٧) دقيقة لأن تلك القوس (قصب) (٨) جزءا و (كد) دقيقة (٩) أعنى القوس التي تبتدىء من الحلد (١٠) الذي قبل عقدة وتنهى (١١) إلى الحلد (١٢) الذي بعد العقدة المقابلة وبين العقدتين (قف) (١٤) درجة تزداد (١٥) من الجانبين ضعف و (يب) في البعد الأوسط (١٦) وقد كان في الأقرب (ركد) (١٧) فيصير (١٨) (قصب كد) وفي العرض جزء (١٩) واحد و (كه) (٢٠) دقيقة فحيث (٢١) يكون انحراف واحد أو مجموع (٢٢) انحرافين يزيد عليه بعد

-
- (١) سا ، د : خمسة وأربعين (٢) سا : يكون بينهما
(٣) د : غير موجود (٤) سا : وهذا
(٥) سا ، د : [ر ح مر] بدلا من [ر ح] جزءا ، (مر) دقيقة [
(٦) ف ، سا ، د : لكسوف
(٧) د : كج (٨) ف : صب
(٩) سا ، د : [قصب كد] بدلا من [قصب] جزءا ، (كد) دقيقة [
(١٠) ف : الجلى
(١١) د : وينهى
(١٢) ف : أبجد
(١٣) [إلى الحلد الذى] : غير موجود في سا
(١٤) سا : مائة وثمانون - وفي د : مائة وثمانين
(١٥) سا ، د : يزاا
(١٦) د : الوسط
(١٧) ف ، سا ، د : في كد
(١٨) د : قصب
(١٩) سا : بجزء
(٢٠) سا ، د : وخمس وعشرين
(٢١) سا : فحيث
(٢٢) ف ، سا ، د : ومجموع

أن يحتسب بانحراف الشمس يزيد عليه فهناك يمكن ذلك ومعلوم أن سير الشمس
ههنا يكون من ثلثي الدلو إلى ناحية العذراء (١) وقد علمت البعد بين الشمس والقمر
في هذه المدة وما تسيره (٢) الشمس إلى الحوق (٣) القمر إياها وهو (يدم) (٤) وجزء
من اثني عشر (٥) والقمر يسير هذا القدر في يوم واحد وخمس ساعات فينقص
هذا من المدة الوسطى لسبعة (٦) أشهر التي هي (رو) (أيام) (٧) (بر) ساعة
يبقى (رو) (أيام) (٨) (يب) ساعة فيبقى إلى وقت الاجتماع الأول الذي كان في
آخر (٩) الدلو (يب) ساعة فالبلاد التي يكون فيها للشمس انحراف منظر في أحد
البرجين يزيد على (١٠) الجزء (١١) الواحد والخمس (١٢) والعشرين (١٣)
دقيقة أو في (١٤) كليهما مجموعين ويكون بين (١٥) جهتي اثني عشرة (١٦) ساعة
بأن يكون أحدهما مغربا والآخر مشرقا لا محالة حتى يكونا فوق الأرض وهناك (١٧)
يمكن عود الكسوف فأما (١٨) إذا اعتبر (١٩) انحراف المنظر إلى جهة الشمال فغير

(١) [فهناك يمكن ذلك ومعلوم أن سير الشمس ههنا يكون من ثلثي الدلو إلى ناحية العذراء] :

غير موجود في سا

(٢) سا : تسيرها

(٣) سا : نحو

(٤) سا : حدم

(٥) سا : عشر جزءا

(٦) سا : بسبعة

(٧) ف : [ر وإيام] - وفي سا : [ر و يوما]

(٨) د : يوما

(٩) سا ، د : أجزاء

(١٠) ف : عليه

(١١) ف : في الماش

(١٢) ف ، د : والخمس

(١٣) سا : والخمس وعشرين

(١٤) د : وفي

(١٥) د : في

(١٦) ف ، سا : اثني عشر

(١٧) د : فهناك - وفي سا : غير واضح

(١٨) سا ، د : وأما

(١٩) د : غير واضح

ممکن البتة لأنه (١) لا يبلغ الانحراف الشمالى فى البعد الأوسط (٢) أزيد من (كه) (٣) دقيقة ولا (٤) يجوز إذن أن يكون (هـ) هذان الكسوفان فى القطعة الجنوبية من المائل وأما إذا كان الانحراف إلى الجنوب فقد يمكن إذا كان العرض شماليا وأول الدوائر المتوازية التى يمكن فيها (٦) ما يحاذى جزيرة رودس (٧) وذلك إذا كان آخر (٨) الدوائر مشرقا (٩) وآخر (١٠) السنبلة (١١) مغربا (١٢) فإن القمر ينحرف منظره فى كل واحد منهما إلى الجنوب بقرب من (مو) دقيقة (١٣) فإذا جمعا كان (لب) (١٤) وهو أكثر من جزء و (كه) (١٥) دقيقة (١٦) وكلما أمعن فى الشمال زادت الدقائق ونقول إنه لا يمكن فى طرفى شهر واحد أن تنكشف الشمس مرتين فى موضع البتة وإن جمعنا جميع (١٧) شرائط الكسوف التى لا تجتمع حتى كان القمر فى أقرب قربه (١٨) ليزيد الانحراف وزمان الشهر (١٩) أقصر ما يكون والبرج (٢٠) أعظم إيقاعا للانحراف والساعة أولى الساعات بزيادة الانحراف الزائد والقمر أسرع ما يكون حتى يكون (٢١) الاجتماع أقرب وإنما

-
- (١) سا : لا يمكن أن
(٢) د : الأوسط
(٣) سا ، د : ثلاث وعشرين
(٤) سا ، د : فلا
(٥) سا : [أن يكون إذن] بدلا من [إذن أن يكون]
(٦) سا ، د : فيه
(٧) ف : رودس
(٨) سا ، د : أو آخر
(٩) سا ، د : مشرقيا .
(١٠) سا : وأوائل - وفى د : وأواخر .
(١١) سا : السنة .
(١٢) سا ، د : مغربا .
(١٣) سا ، د : (هـ مو) بدلا من [(مو) دقيقة]
(١٤) ف : (صب) - وفى سا ، د [هـ مب]
(١٥) سا ، د : وخمس وعشرين
(١٦) () [فإذا جمعا كان (لب) وهو أكثر من جزء ، (كه) دقيقة] : فى هامش
(١٧) د : فى
(١٨) د : حده
(١٩) سا : الشهر أيضاً
(٢٠) سا ، د : وللبروج
(٢١) () [أسرع ما يكون حتى يكون] : مكرر فى د

لا يمكن ذلك لأن قوس مسير الوسطى سير (١) النيرين يكون (كط) جزءا وست (٢) دقائق (٣) وأكثر اختلاف القمر (كه) و (مط) دقيقة (٤) وتعديله الزائد جزئين و (كح) دقيقة (٥) الزائد (٦) وتعديل الشمس الناقص جزء واحد وثمانى (٧) دقائق (٨) فإذا (٩) أخذنا الجزء الواحد من اثنى عشر جزءا من مجموعها وزدناه (١٠) على تعديل الشمس يكون حينئذ الاجتماع المقوم متقدما (١١) على الوسط بجزء واحد و (كو) (١٢) دقيقة ومسير القمر فى عرضه لمدة شهر وسط (١٣) (ل) جزءا و (م) دقيقة (١٤) فإذا أنقصنا منه هذا التعديل (٢٤) فما (١٥) يزيد عليه كان السير فى العرض أقصر شهر (كط يد) وعرض هذه الأجزاء (١٦) إذا أخذ (١٧) الاجتماع المقوم على رأس (ب كه) (١٨) والعرض الذى للحد الثانى أكثر ما يمكن والقمر فى أقرب قربه درجة وست دقائق (١٩) والمفضل بينهما درجة و (كر) دقيقة (٢٠) وليس يمكن أن يقع فى بلد واحد ولا فى بلدين من المعمورة

(١) د : المسير

(٢) ب : و

(٣) سا ، د : [كط و] بدلا من [كط) جزءا وست دقائق]

(٤) سا ، د : [كه مط] بدلا من [كه) جزءا ، (مط) دقيقة]

(٥) سا : [ب لح] - وفى د : [ب كح] بدلا من [جزوين ، (كح)

دقيقة]

(٦) د : غير موجود

(٧) ب : وثمان

(٨) سا ، د : [ب ح] بدلا من [جزء واحد و ثمانى دقائق]

(٩) د : وإذا

(١٠) سا ، د : وزيادة

(١١) سا ، د : مقدما

(١٢) سا : كر

(١٣) سا : وشط

(١٤) سا ، د : [ل م] بدلا من [ل) جزءا ، (م) دقيقة]

(١٥) سا : ما

(١٦) د : الكلام الموجود بين القوسين [مكتوب فى الهامش

(١٧) سا : أحد

(١٨) ف : [ب يح] - وفى سا : [ب لح] - وفى د : [له]

(١٩) سا ، د : [ا و] بدلا من [درجة وست دقائق]

(٢٠) سا ، د : [ا كر] بدلا من [درجة ، (كر) دقيقة]

في جميع (١١) الأرض اختلاف منظر واحد أو مجموعتين من جهتين مختلفتين أو فضل ما بينهما من جهة واحدة أكثر من درجة و (كر) دقيقة (٢) مع احتساب انحراف الشمس وأما في جهتين متضادتين متباعدتين جنوبا وشمالا فقد يمكن لأنه قد يمكن أن يقع اختلاف منظر إلى (٣) جزء واحد في كل واحد من الاجتماعين الجنوبيين (٤) شمالا وللشماليين جنوبا ومجموعهما (٥) يزيد على درجة و (كر) دقيقة (٦)

فصل

في صفة عمل جداول الكسوفات (٧)

ثم رسم جداول الاتصالات (٨) الموجبة للكسوفات ومقادير إظلامها وأزمنة مكثها واحد منها للقمر والآخر للشمس وقسم كل جدول قسمين الأول للقمر (٩) في (١٠) أبعد بعده والآخر على أنه في أقرب بعده ورسم في الصف الأول من كل قسمة (١١) جدول أجزاء القمر في المائل بين حدى (١٢) الكسوف التاليين للنهاية الشمالية (١٣) متفاضلة بثلاثين ثلاثين (١٤) دقيقة يكون الطرفان حدى (١٥) المماسية في ذلك البعد ثم ما بينهما (١٦) أجزاء القوس التي يقع فيها الكسوف وفي الصف الثاني (١٧)

(١) د : في الهامش

(٢) سا : [١ كر] - وفي د : [١ كد] بدلا من [درجة ، (كر) دقيقة]

(٣) سا : ال

(٤) د : للجنوبيين

(٥) سا : د : ومجموعة

(٦) سا ، د : [١ كر] بدلا من [درجة ، (كر) دقيقة]

(٧) [فصل في صفة عمل جداول الكسوفات] : غير موجود في سا ، د

(٨) سا د : للاتصالات

(٩) سا ، د : القمر

(١٠) سا ، د : على أنه في

(١١) ف : غير واضح

(١٢) سا ، د : جزئ

(١٣) في هامش : عند الذنب - وفي سا ، د : الشمالية عند الذنب

(١٤) سا ، د : غير موجود

(١٥) سا ، د : حد

(١٦) سا ، د : ما يلحقها

(١٧) (في للصف الثاني) : غير موجود في سا ، د

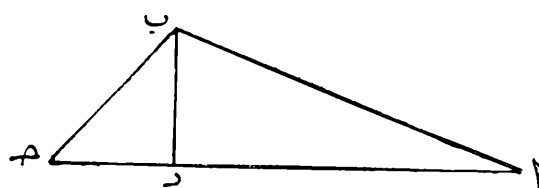
أجزاء (١) القمر في (٢) المائل من (٣) حدى الكسوف الأبعدين عن النهاية الشالية (٤) التى إلى العدد الأول والعدد الأخير (٥) دن كل صف حد الماسة ورسم فى الصف الثالث مقادير الإطلاقات (٦) وسماها أصابع وهى أجزاء من اثنى عشر جزءا من قطر المنكسف على أن قطره الدقائق المعلومة وفى (٧) الرابع دقائق الوقوع بحسب الأصابع وهو (٨) ما يسيره (٩) القمر بالحقبة فى مدة الإطلام لو فرضت الشمس ساكنة ولم يختلف منظرها وخص صفوف جلولى القمر بصف خامس وهو جلولى المكث وهو دقائق مسير القمر من ابتداء تمام الكسوف إلى وسط الكسوف وإنما خص القمر بهذا لأن الشمس لما كانت (١٠) إنما ترى مساوية لجميع القمر أو أصغر منه (١١) على ما قيل بما لا يعتد به لم يعتد بمكث كسوفها قال وقد كان حسابنا لحركات (١٢) القمر فى أرمنة الإطلاقات بطريق الخطوط على أنها مستقيمة فى الحى وعلى أن المسير فى فلك البروج ولم يعتد (١٣) بالتفاوت (١٤) الواقع بين قوس البروج ومائل القمر بعد أنا لم نجعل (١٥) أن أخذنا من فلك البروج مكان أخذنا من المائل قد يوجب لا محالة تفاوتا بقوس (١٦) فليكن أ عقدة و : أب من المائل و : أج من البروج وليكونا متساويين و : ب د قوس من الكبار عمودى فلا محالة أن القمر إذا

-
- (١) سا : آخر
(٢) سا ، د : غير موجود
(٣) سا ، د : بين
(٤) فى هامش ب : عتد الرأس و - أى فى الثانى
(٥) سا ، د : الآخر
(٦) ف : الإطلاقات
(٧) سا ، د : فى
(٨) سا : وهى
(٩) سا : يستره
(١٠) سا ، د : إما أن
(١١) سا ، د : منها
(١٢) سا : بحركات
(١٣) سا : يعد
(١٤) سا : للتفاوت - وفى د : التفاوت
(١٥) سا : غير واضح
(١٦) د : فقوس

كان على ب (١) كان على د (٢) من البروج وإذا (٣) أخذنا أ ج على أنه أ ب
كان التفاوت بقوس ج د (٤) ولأن وسط زمان الكسوف يكون على د لأن ب د
قوس العرض فيكون تفاوت ما بين (٥) زمان (٦) الاتصال (٧) الحقيقي وهو وسط
الكسوف وبين (٨) ما وصفناه هو (٩) ج د و : ج د (١٠) أكثر ما يكون خمس
دقائق وذلك في القرب من النهاية للعرض (١١) أى (١٢) العرض كله وأما في أوقات
الكسوف (١٣) فلا يزيد على دقيقتين ونعلم (١٤) ذلك من جهة أنا (١٥) نضرب ب أ في (١٦)
نفسه ونسقط (١٧) منه (١٨) مربع ب د المعلوم ونأخذ جذر (١٩) ما تبقى (٢٠)
فيكون أ د فيعلمه (٢١) و : أ ج معلوم فيعلم التفاوت (*) فيجد التفاوت (٢٢) عند أوساط

-
- (١) د : ت
(٢) د : و
(٣) سا ، د : فإذا
(٤) سا : ب ح د
(٥) [تفاوت ما بين] : في هامش سا
(٦) سا : زمان ما بين
(٧) في هامش ب : الماخوذ
(٨) سا ، د : وهو
(٩) سا ، د : غير موجود
(١٠) د : [و : ح هـ]
(١١) سا : للعرض
(١٢) سا : إلى
(١٣) سا : الكسوفات
(١٤) سا ، د : فيعلم
(١٥) سا ، د : أن
(١٦) سا : [باقى] بدلا من [ب أ في]
(١٧) سا ، د : فيسقط
(١٨) سا ، د : هـ
(١٩) سا : حد
(٢٠) سا : غير موجود - وفي د : ما بين
(٢١) سا : فنعلمه
(٢٢) نظرية (٣٨) : عند الكسوف يكون البعد بين العقدة والقمر مساويا تقريبا طول القمر
أى يمكن إجراء حسابات الكسوف بإهمال عرض القمر
البرهان في الشكل (١١٥) أ د ح البروج ، أ مسار القمر حيث نقطة العقدة . ولنفرض
أن موقع القمر عند نقطة ب . نزل العمود د حل أ ح فيكون أ د طول القمر
المطلوب لإثبات أن الفرق بين أ ب ، أ د يمكن إهماله
نأخذ أ ح على البروج = أ ب
∴ الفرق بين أ ب ، أ د = أ ب - أ د = أ ح - أ د = أ د - أ د = ٠
وبالحساب يمكن إثبات أنه إذا كان القمر على بعد ٩٠° من العقدة ، فإن د ح يكون نهاية مظمى
قدرها خمس دقائق قوسية .
وبما أن الكسوف يحدث قريبا من العقدة . أى على بعد أقل بكثير من ٩٠° فإن د ح أصغر بكثير
من تلك القيمة
وبالحساب ينتج أنه لا يزيد على دقيقتين قوسيتين ، أى يمكن إهماله
(٢٢) [فيجد التفاوت] : في هامش ف

الكسوفات قريبا (١) من دقيقتين ولا يبلغ جزءا من ستة (٢) عشر جزءا من ساعة مستوية وهذا القمر لا يعتد به ولا يضبط في الأرصاد ثم بين أيضا أنه كيف



شكل (١١٥)

وجد دقائق السقوط (٣) إذا لم يكن مكث (٤) قال ليكن مركز الشمس أو الظل عند أ و : ب ج د (٥) مقام قوس من الدائرة (٦) المائلة (٧) للقمر و : ب مركز القمر عند المماس الأولى و : د مركزه عند المماس الأخيرة حين المفارقة و : ا ج عمود فيكون وسط الكسوف لا محالة على ج ولأن ا ب ، أ د وهما مجموعا المركزين متساويان فعن البين (٨) أن (٩) ب ج ، ج د (١٠) متساويان لأن ا ج عمود وكل واحد من ا ب ، ا د معلوم لأجل أنهما مجموع نصفى القطرين المعلومين فإذا كان مقدار الكسوف معلوما ف : ا ج معلوم لأنه ما بين (١١) بعد نقصان مقدار الكسوف (١٢) عن (١٣) ا د فبق (١٤) ب ج ، ج د (١٥) معلومين

(١) سا ، د : بقرب

(٢) سا : اثنى

(٣) سا ، د : الوقوع

(٤) د : غير موجود

(٥) ف : وبجد

(٦) سا ، د : دائرة

(٧) د : المائل

(٨) د : الايرين

(٩) د : غير موجود

(١٠) ف : ب ج ، ح د

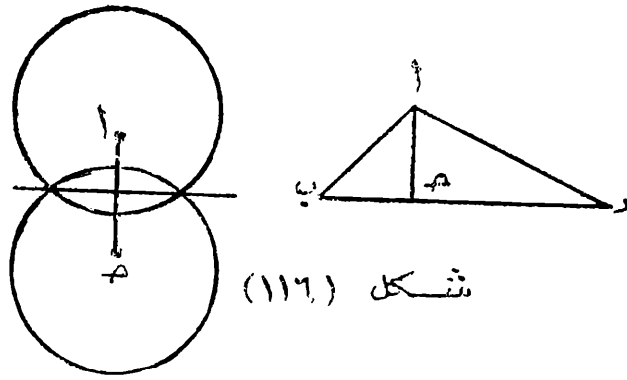
(١١) سا : لا يبق - وفى د : ما يبق

(١٢) ف ، سا ، د : الكسوفين

(١٣) سا ، د : غير موجود

(١٤) د : فيبقى

(١٥) ف : لى ، ح د - وفى سا ، د : ب ج ، ح د



شكل (١١٦)

في أى بعد كان وهو ما سار القمر إلى وسط الكسوف (*) وبين من ذلك (١) أن (٢) القوسين من المائل من (٣) الابتداء إلى الوسط (٤) ومن تمام الكسوف إلى الوسط عند المكث مساويان (٥) كل واحد لنظيره الباقي ولكن لأجل أن الحركة عليها تكون (٦) غير مستوية لا يكون (٧) زماناهما (٨) متساويين بالحقيقة بل بالتقريب

(*) تبيين البعد بين أول الكسوف ووسطه :

في شكل (١١٦) نفرض $ا$ مركز الشمس ، $ب$ مركز القمر عند بدء الكسوف أى أول تماس ، ولنعكن نقطة $د$ مركزه عند آخر الكسوف ، حيث $د$ سار القمر
 $ا ب د = د$ مجموع نصفي قطري الشمس والقمر
 إذا أنزلنا $ا$ عمودا على $د$ ، كانت نقطة $ح$ موقع منتصف الكسوف
 $ا ح د = ح د$

لكننا نعرف مجموع نصفي قطري الشمس والقمر أى نعرف $ا ب د$ أو $ا د$ كما نعرف أيضا مقدار الكسوف وهو الجزء المختفي من نصف قطر الشمس أو القمر منسوباً إلى نصف القطر
 لكن $ا ب د = ا ح د + ح د =$ نصف قطر الشمس - $\frac{1}{4}$ الجزء المختفي + نصف قطر القمر
 $\frac{1}{4}$ الجزء المختفي

$=$ مجموع نصفي القطرين - الجزء المختفي

$ا ب د =$ مقدار الكسوف

من ذلك يتضح أن $ا ح د$ معلوم ، ومن المثلث $ا ب د$ يمكن إيجاد قيمة $ح د$ وهو البعد بين أول تماس وبين وسط الكسوف .

فلاحظ اننا هنا أهملنا حركة الشمس اثناء الكسوف واختلاف منظر القمر في أول تماس وآخر تماس وكذلك عدم انتظام حركة القمر .

(١) [وبين من ذلك] : غير موجود في سا

(٢) سا : وإن (٣) د : مكرر

(٤) سا : الوسط الكسوف (٥) $ب$: متساويان - وفي د : مساوي

(٦) د : ما يكون (٧) سا : لأن

(٨) د : زمانها

ولأن اختلاف المنظر في القمر لا يتساوى^(١) في الجانبين^(٢) أيضاً بل في أحدهما يقرب وفي الآخر يبعد^(٣) ولأن الشمس تسير^(٤) جزءاً من اثني عشر جزءاً^(٥) من مسير القمر وذلك مما لم يزد عليه ولما بين ذلك رأى أن نضيف إلى الجداول جدولاً لأجزاء اختلاف القمر من بعده الأقرب والأبعد^(٦) في الاتصالات إذ كان القمر في الجداول الأولى^(٧) على أحد البعدين المتقابلين ووضع فضل^(٨) بعد بعد منها منسوبة إلى الفضل التام كما فعل في اختلاف المنظر إلا أنه جعل التفاضل بست درج ست درج^(٩) في أربعة^(١٠) صفوف^(١١) صف مبتدئ^(١٢) من البعد الأبعد إلى الأقرب في جهة حركة القمر وصف آخر مبتدئ^(١٣) كذلك في ضد جهة القمر من (شند)^(١٤) ثم (شمج) ثم (شمب)^(١٥) نازلاً بالعكس ووضع في الصف الثالث الدرج والدقائق التي تخص كل مقدار من الأجزاء من الفضل منسوبة إلى الفضل الأعظم على أنه ستون^(١٦) وأضاف إلى ذلك جدولاً يضع فيه تكسير القطعة المنكسفة منسوبة إلى^(١٧) دائرة المنكسف على أن دائرة المنكسف^(١٨) اثني^(١٩)

(١) د : لا متساوى

(٢) سا ، د : الخامس

(٣) بين السطرين في ف : أى من الأفق

(٤) سا : تصير

(٥) د : جزءاً - وفي ف : [من اثني عشر جزءاً] في الهامش

(٦) سا : (الأبعد والأقرب) بدلا من (الأقرب والأبعد)

(٧) ف : الأول

(٨) سا : جدول

(٩) [ست درج] : غير موجود في سا ، د

(١٠) ف ، سا ، د : أربع

(١١) في هامش ف : في جهات

(١٢) سا ، د : مبتدئ

(١٣) سا ، د : مبتدئ

(١٤) ف : شيد

(١٥) سا : [سحب] - وفي د : [(سمج) ثم (سحب)]

(١٦) د : ستين

(١٧) [الفضل الأعظم على أنه ستون وأضاف أيضاً إلى ذلك جدولاً يضع فيه تكسير القطعة

المنكسفة منسوبة إلى] : غير موجود في سا

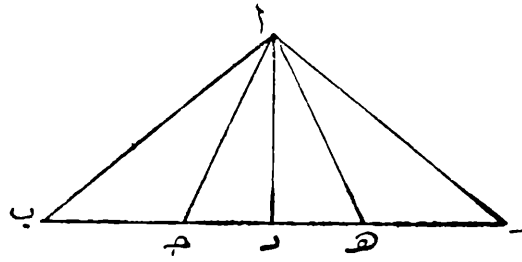
(١٨) سا : اثني

(١٩) د : غير موجود

عشر جزءا فوضع في الصف الأول أجزاء القطر في الكسوف وفي الثاني مساحة القطعة المنكسفة من دائرة الشمس وفي الثالث مساحتها من دائرة (١) القمر وبني (٢) الصف الذي لمقدار ما ينكسف على حكم حساب هذا الأصل جعل حد الكسوف الشمس ما يبلغ عرضه مجموع المقدارين في البعد الأبعد وهـ! كالمساويين (٣) هناك وكان ضلعه (ح فا) (٤) فقسم ذلك على اثني عشر وقسم البعد من العقدة وهو ست درجات أيضا باثني عشر فخرج (٥) كل قسم (ح ل) (٦) فحصل (٧) (ح ل) (٨) يكسف أصبعا من الاثني عشر من القطر (٩) وفعل نظير ذلك في البعد (١٠) للقمر ووجب (١١) أن يكون للشمس (١٢) في البعد الأقرب (١٣) مكث مّا ولكنه غير معتدبه وذلك لأن القمر أعظم منها (١٤) في البعد الأقرب (١٥) بالقياس إلى الرؤية في (١٦) هذا (١٧) البعد بأربعة أخماس أصبع فقسم (١٨) البعد على ذلك وكانت هذه القسمة أيضا على مناسبة أحد عشر ونصف إلى واحد كما ذكرنا في موضع (١٩) آخر قال ليكن أيضا مركز الظل على أ وقوس المائل ب د ر و : أ ب ، ا ر خطي المماسه وهما معلومان و : أ د عمود ونقطة ج مركز القمر عند استتمام الكسوف و : هـ عندما يأخذ (٢٠)

-
- (١) سا : غير موجود
(٢) سا ، د : ومن
(٣) ف : كالمساويين
(٤) ف ، سا : ح يا
(٥) سا ، د : غير موجود
(٦) سا : فجعل
(٧) سا ، د : هـ ل
(٨) سا ، د : هـ ل
(٩) ف : القمرية - وفي سا ، د : القمر - وفي ب : [القمر] وفي الهامش [القطر]
(١٠) سا ، د : البعد الأقرب
(١١) سا : وجب
(١٢) سا : الشمس
(١٣) [ووجب أن يكون للشمس في البعد الأقرب] : في هامش ب
(١٤) سا : مـ
(١٥) سا : غير موجود
(١٦) سا : غير موجود
(١٧) سا : وهذا
(١٨) سا : وقم
(١٩) سا : مواضع
(٢٠) سا : نأخذ

في الانجلاء فيعلم (١) ا ج ، ا ه لانهم مثل (٢) نصف قطر الظل وحده إذ (٣) قد انغمر (٤) فيه القمر بالكمال ومناسه من (٥) داخل ويكون ب د ، د ر متساويين لذلك وأيضا ج د ، د ه (٦) وكذلك (٧) ب ح ، ه ر (٨) فليكن الكسوف خمس (٩) عشرة (١٠) لإصبعها أى يكون عرض القمر في وسط زمان الكسوف قد نقص من عرض طرف نصف قطر الظل بربع قطر القمر إذ قد دخل فيه مركز القمر ثلاث أصابع حتى لو زيدت ثلاث أصابع (١١) من (١٢) مساحة القمر لكان (١٣) ينكسف إلى ما انكسف من اثنتى عشرة (١٤) إصبعها



شكل (١١٧)

فكان القمر سار إلى قرب البروج بعد تمام الانكساف بربع قطره يعلم ذلك بحساب (١٥)

-
- (١) سا : فنعلم
(٢) في هامش : [اقول في قطر لأنها فضل نصف قطر الظل على نصف قطر القمر]
(٣) سا : ا د
(٤) سا : انغمس
(٥) سا : في
(٦) سا : ح د ، د ه
(٧) سا : ولذلك
(٨) ف : ح د ه
(٩) ح : خمسة
(١٠) سا : خمسة عشر
(١١) [حتى لو زيدت ثلاث أصابع] : غير موجود في سا
(١٢) سا : في
(١٣) ف ، سا : فكان - وفي هامش ح : خط
(١٤) سا : اثنتى عشر
(١٥) [يعلم ذلك بحساب] : في هامش ف

العرض فإذا علم أ د وعلم أ ب ، أز علم ب د ، در وإذا علم أ د ، أ ج ،
أ ه علم ه د ، د ج (١) يبقى ب ح ، ر ه (٢) معلومين (*) .

فصل

في حساب الكسوفات القمرية وتعديلها (٣)

وقد عرف بطليموس حساب ذلك بشكليين شكل القمر وشكل الشمس لكننا (٤)
جمعناهما (٥) في شكل واحد وأخذ (٦) يبين كيف يعرف (٧) كسوف النيرين أما القمر
فذلك فيه بين إذا كان اتصاله موجبا للكسوف فلتأمل سيره في العرض في الصنفين
هل هو في (٨) حد الكسوف ونطلب ما بازائه من الأصابع ومن دقائق الوقوع وإن
كان مكث أخذ ذلك أيضا من جدولته (٩) هذا (١٠) إذا كان في أحد البعدين المتقابلين (١١)

(١) سا : ه د ر ، ذ ح

(٢) سا : ب ح ، د ه

(٣) تعيين البعد بين أول تماس وبين بدء الكسوف الكلي .

في شكل (١١٧) نفرض ا مركز الظل أو الشمس ، ب در مسار القمر ، نقطتي ب ، ر هما نقطتا
التماس أي أن ب ، ا معلومان

نقطت العمود ا د على ب در وليكن ح أول الكسوف الكلي ، ه آخره

∴ ا - ح ، ا ه يساويان نصف قطر الظل فقط

∴ ا ب = ا ر ، ب د = د ح ، د ه ، ب ح - ح د ر

فإذا فرضنا أن ب ، ا ر ، ا د معلومة

∴ يمكننا أن نعلم ب د ، د ر

وبمعرفة كل من ا د ، ا ه ، ا ح يمكن معرفة ه د ، د ح

∴ يمكن معرفة ب ح ، ه ر وهما المطلوبان

(٢) [فصل في حساب الكسوفات القمرية وتعديلها] : غير موجود في سا ، د

(٤) سا : ولكننا

(٥) سا : جمعنا

(٦) ف ، ف : واحد - وفي سا : فأخذ

(٧) سا : نعرف

(٨) ف : غير موجود

(٩) سا : حده

(١٠) سا : وهذا

(١١) سا : المتقابلين

من التدوير فإن لم يكن وكان له في الاختلاف موضع غير البعدين أخذنا أولاً الأصابع ودقائق الوقوع وأزمان المكث من البعدين ثم صرنا إلى (١) جدول التقويم وأخرجنا الفضل مثل ما سلف في غيره وقومنا فأخذنا (٢) بعد ذلك جزءاً من اثني عشر من دقائق الوقوع وهو ما تسيره الشمس حتى يفتقنا (٣) ونزيده (٤) عليها وننظر في كم ساعة يسير (٥) القمر ذلك القدر بمسيرها المنكسف (٦) باعتبار حركة القمر المختلفة في ساعة فذلك زمان المسير في الكسوف وأما ما يؤخذ (٧) من (٨) الصف الرابع (٩) فلزمان الوقوع في الكسوف ولتراجع الامتلاء وأما الذي يؤخذ من الصف الخامس (١٠) فلنصف زمان المكث ثم ننظر مقدار ما انكسف من الأصابع فنأخذ ما يلزاه من مساحة القطعة في الصف الثالث من الجدول ثم لا شك في أن اختلاف سير الشمس واختلاف سير القمر (١١) يوجبان (١٢) اختلافاً في زمانى (١٣) ما بين الابتداء إلى الوسط وما بين الوسط إلى الانجلاء ولكن ذلك الاختلاف غير مضبوط في الحس قال ليكن (١٤) نسبة المحيط إلى القطر (١٥) على ما اختاره ارشميدس نسبة ثلاثة (١٦) أمثال (١٧) وثلاثين (١٨) دقائق وثلاثين ثانية

-
- (١) سا : من
(٢) سا : واخذنا
(٣) هـ ، سا : غير واضح
(٤) هـ : ونزيد
(٥) سا : يسيرها
(٦) [بمسيرها المنكسف] : غير موجود في سا
(٧) سا : ما يوجد
(٨) سا : في
(٩) ف : في الهامش
(١٠) [فلزمان الوقوع في الكسوف ولتراجع الامتلاء وأما الذي يؤخذ من الصف الخامس] : غير موجود في سا
(١١) [واختلاف سير القمر] : في هامش ف
(١٢) ف : موجبان
(١٣) سا : زمان
(١٤) سا : لتكن
(١٥) في هـ ، ف : نسبة القطر إلى المحيط - وفي هامش هـ : الصواب نسبة المحيط إلى القطر
(١٦) في هامش هـ : ... إلى الواحد
(١٧) سا : أميال
(١٨) هـ ، سا : وثمان

نقطة ك معلومة (٦) فخطا (٧) ط ك ، ك ه كل واحد منها (٨) معلوم ولكن (٩) الشيطان معلومان (١٠) وتكسيرا الدائرتين معلوم ووتر ا ح معلوم النسبة من قطري الدائرتين فقسا أ ر ج ، ا د ج معلومتان (١١) ولأن نسبة القسي إلى الدوائر كنسبة (١٢) قطاعها إلى مساحة الدائرة (١٣) فكل واحد من قطاعي ا ط ج ، ا ه ج معلوم ومساحة كل واحد من مثلثي ا ه ج ، ا ط ح معلومة (١٤) فالقطعتان

- Σ 1 Α

اللذان هما فضلا القطاعين على المثلثين معلومتان (١) فمجموعهما معلوم وهو المنكسف (*) وكذلك إن جعلنا إحدى الدائرتين دائرة الظل والأخرى دائرة القمر ثم أخذ بعد ذلك (٢) بين خطأ أبرخس في حركة القمر في العرض قال إنما وقع له ذلك لأنه لما أخذ كسوفين كل واحد منهما ربع القطر وبينهما مدة سبعة آلاف ومائة وستين شهرا وكلاهما شماليان (٣) عند الرأس والقمر في أحدهما (٤) على الأوج وفي الآخر على الحضيض فظن (٥) أنه لم يكن هناك اختلاف في التعديل بل لم يكن تعديل أو كان واحدا حتى

(١) سا : معلومان

(*) تعيين مساحة الجزء المنكسف :

في شكل (١١٨) نفرض Γ ر ح الشمس ، Δ د القمر ومركزاهما نقطتا ط ، ه على الترتيب. ونفرض أنهما تقاطعا في Γ ج .

المفروض أننا نعرف بالرصد مقدار الجزء المنكسف من قطر الشمس وهو در والمطلوب إيجاد مقدار المساحة المنكسفة Γ د ر

نصل Γ ل ه فيكون عموداً على ط ه

∴ نصف قطر الشمس ط ر معلوم

، نصف قطر القمر ه د معلوم

، الجزء المنكسف من القطر وهو د ر معلوم

∴ يمكننا معرفة مقدار ط ه أى المسافة بين المركزين

∴ المثلث Γ ط ه يصبح معلوم الأضلاع والزوايا

∴ Γ ل ه عمود على ط ه ∴ يمكن معرفة ط ل ، ه ل ، Γ ل

∴ يمكن معرفة Γ ل ل الذى هو Γ منسوباً إلى نصف قطر كل دائرة

∴ نعرف القوس Γ ر ح والقوس Γ د ح

$$\text{لكن } \frac{\Gamma \text{ ر ح}}{\text{محيط الشمس}} = \frac{\text{القطاع } \Gamma \Delta \text{ ه}}{\text{مساحة قرص الشمس}}$$

$$، \quad \frac{\Gamma \text{ د ح}}{\text{محيط القمر}} = \frac{\text{القطاع } \Gamma \Delta \text{ ه}}{\text{مساحة قرص القمر}}$$

وحيث أن المحيطان والمساحتان معلومتان

∴ نوجد مساحة القطاعين ط Γ ه ، Δ ل ه

لكن مساحة المثلثين ط Γ ه . Δ ل ه معلومة

بالطرح ينتج لنا مساحة القطعتين Γ ل ه ر ، Γ ل ه د ومجموعهما هو مساحة الجزء المنكسف

(٢) سا : [بعد ذلك أخذ] بدلا من [أخذ بعد ذلك]

(٣) سا : شماليين

(٤) سا : إحداهما

(٥) سا : وظن

حسب من ذلك أن مركز فلك التدوير عاد إلى موضعه فيها وقد أخطأ في كلا (١) الظنين (٢) وحسب أن العود حصل فإنه لو كان لا تعديل أيضا لكان لا يحسب أن العود قد حصل على ما علمت لأن بطليموس قد حسب فوجد المسير الحقيقي في الأول من موضع القمر في تدويره مخالفا للوسط بجزء واحد (٣) وفي (٤) الثاني بثمان جزء والتفاوت بينها نصف وربع وثمان جزء وأيضا فإن القمر في الكسوف (٥) الأول كان في البعد الأبعد وفي الكسوف (٦) الثاني كان في القرب الأقرب فكان وقوعه في الإظلام في بعد من العقدة أبعد ووقوعه فيه في هذا الحد قبل وقوعه فيه وهو في البعد الأقرب والتفاوت بين الموضعين قريب من جزء وخمس جزء فلو كان الاختلافان زائدين لكان يجتمع منهما قريب من جزئين لكن أحدهما زائد والآخر ناقص وكان أبرخس قد أخذ أحدهما في الآخر فجعلها كأنهما لبسا (٧) أو جعل الزيادة وهو قريب من الثلث (٨) لأن (٩) الزيادة هي (١٠) ثمن وخمس فهو قريب من الثلث (١١) ليست (١٢) .

فصل

في حساب الكسوفات الشمسية وتعديلها (١٣)

ثم أخذ يعرف تقويم كسوفات الشمس قال يجب (١٤) أن يعرف وقت الاجتماع الحقيقي بأسكندرية (١٥) ويعرف منه ساعات بعده من (١٦) نصف النهار بأسكندرية (١٧)

(١) سا : كلا

(٢) في هامش : [جميعا إذا حسب الا تعديل أو أن التعديل واحد]

(٣) سا : [بجزئين] بدلا من [بجزء واحد]

(٤) سا : و (٥) ف : الكسوفات

(٦) [الأول كان في البعد الأبعد وفي الكسوف] : غير موجود في سا

(٧) : غير واضح (٨) سا : الثلاثة

(٩) سا : لأنه (١٠) [الزيادة هي] : غير موجود في سا

(١١) [فهو قريب من الثلث] : غير موجود في سا

(١٢) : غير واضح - وفي سا : ليست .

(١٣) [فصل في حساب الكسوفات الشمسية وتعديلها] : غير موجود في سا ، د .

(١٤) ف : ويجب - حيث (لا) مشطوبة .

(١٥) سا : بالاسكندرية .

(١٦) ف : بين (١٧) سا : بالاسكندرية .

بالساعات (١) الاستوائية ونقله (٢) عنها (٣) إلى أى بلد شئنا وبمحصل قوس (٤) الارتفاع الشرقي أو الغربي وزاويته بحسب البلد فإن احتجنا إلى تعديل ما بين السطرين عدلنا فتأخذ (٥) اختلاف المنظر الذى نحسبه ونعدله كما قد عرفناه وبحسب عرض البلد وطوله بتعديل ما بين السطرين وبحسب اختلاف منظر الشمس على ما يجب ونستخرج (٦) من اختلاف المنظر الكلى اختلاف المنظر فى الطول وتأخذ ما يصيبه [من الأزمان (٧) الاستوائية (٨) بحسب مسير القمر المختلف ونزير (٩) على بعد وقت نصف النهار أو ننقصه بحسب ما يجب وذلك أن ننظر (١٠) هل هو على تولى البروج أو على خلاف ذلك وبمحصل أيضا ثانياً اختلاف المنظر فى الطول للدرجة التى يرى عليها عند الاجتماع الحقيقى لو كان عليها فيكون أكثر من انحراف المنظر الأول لأن تلك الدرجة فى الجهتين جميعاً تكون أقرب إلى الأفق من الدرجة التى أخذ لها اختلاف المنظر وبمحصل التفاوت بين اختلافى المنظر فى (١١) الطول الأول والثانى وننظر كم هو من اختلاف المنظر فى الطول الأول فتزيد على فضل ذلك التفاوت جزءاً من (١٢) نسبتة إليه نسبة فضل التفاوت إلى اختلاف المنظر الأول فتكون نسبة (١٣) الزيادة اثنائية إلى اختلاف المنظر الثانى نسبة الاختلاف (١٤) الأول فتزيد جميع ذلك على الاختلاف الأول ثم تزيد على ما اجتمع من جميع ذلك جزءاً من اثني عشر منه وهو مسير الشمس على ما قلنا وننظر فى كم ساعة استوائية يسير القمر بسيره المختلف جميع

(١) سا : للساعات

(٢) سا : غير واضح .

(٣) سا : عنه .

(٤) ف : قول .

(٥) سا : وتأخذ .

(٦) ف : ويستخرج .

(٧) سا : الزمان .

(٨) سا : الأول الإستوائية .

(٩) فى هاشم : [الوقت بعد نصف النهار أو] .

(١٠) سا : تنظر

(١١) ف : فى الهامش .

(١٢) سا : منه .

(١٣) سا : النسبة .

(١٤) سا : اختلاف .

ما قد جمعناه وهو (١) مقدار ما بين وقتي الاجتماع بالرؤية والاجتماع بالحقيقة فنقصهما من وقت الاجتماع إن (٢) كان اختلاف المنظر في الطول إلى المشرق ونزیده إن كان إلى المغرب فإحصل فهو وقت الاجتماع المرئي متقدما أو متأخرا من الاجتماع الحقيقي وكذلك نفعل (٣) بأجزاء الاختلاف في الطول والعرض فتكون هي التي تكون في وقت الاجتماع المرئي ويحصل البعد بين وقت الاجتماع المرئي (٤) ونصف النهار فيخرج (٥) اختلاف منظره في دائرة الارتفاع ونقص اختلاف منظر الشمس ثم نحصل مما بقي اختلاف المنظر في العرض وجهته (٦) ونضرب اختلاف منظره العرضي في اثني عشر مكان ما كنا نضرب (٧) في أحد عشر ونصف لأن هذا أقل من العرض ونحفظ التفاوت الحاصل فإن كان الانحراف في العرض شماليا والقمر إلى الرأس زدناه على المسير في العرض المقوم للاجتماع المرئي أو إلى الذنب نقصناه وإن كان الانحراف جنوبيا فعلنا بالعكس من الأمرين فتحصل عدد المسير المرئي في العرض في الاجتماع المرئي ثم ندخل (٨) مسير العرض الذي حصلناه في الجداول إن كان يدخل فيها على أن وقت الاجتماع المرئي هو وسط الكسوف ثم نأخذ كل شيء تحته ونقوم أيضا بعد القمر إن لم يكن على البعدين على ما قبل فنعدل منه الأصابع على ما نعلم فيكون لما نعلم (٩) يخرج (١٠) أصابع الكسوف فإن شئت عدلت (١١) من الأصابع المساحة وما يحصل من مقوم الصف الرابع وهو المسير في الكسوف ونزيد (١٢) عليه جزءا من اثني عشر على ما قلناه أيضا (١٣) وننظر في كم يسيرها القمر بالمسير المختلف فهو زمان الوقوع والانجلاء على أن لا يعتمد

(٢) ف : وإن .

(١) ف ، سا : فهو .

(٣) ف : جعل .

(٤) [ويحصل البعد بين وقت الاجتماع المرئي] : مكرر في سا .

(٥) سا : فخرج .

(٦) [ونقص اختلاف منظر الشمس ثم نحصل مما بقي اختلاف المنظر في العرض وجهته] :

مكرر في سا .

(٧) سا : نصف .

(٨) ف : بين السطرين .

(٩) [لما نعلم] : غير موجود في سا .

(١٠) سا : ما يخرج .

(١١) ف ، سا : عدل .

(١٢) سا : فنزيد .

(١٣) سا : وأيضا .

بالمقدار من الفضل بينهما بسبيل اختلاف حركة النيرين لكن اختلاف المنظر ربما أوجب تفاوتاً محسوساً فيصير به الزمانان^(١) كل واحد منهما أطول من الزمانين المذكورين وأحدهما^(٢) أطول من الآخر بالمقايسة فيما بينهما لأن القمر ما دام مشرقياً فكلما قرب من نصف النهار قل انحراف منظره الذي إلى المشرق فصار كأنه يتحرك أبطأ من حركته التي كانت وهو^(٣) أقرب إلى المشرق وأما في الجانب الثاني فيكون بالاختلاف قال وبين من ذلك أنه لما كانت الفضول الواقعة بين اختلافات^(٤) المنظر تكبر^(٥) كلما قرب^(٦) من نصف النهار كان أزمان الكسوفات الواقعة بالقرب منه أبطأ^(٧) فإن^(٨) كان وسط الكسوف عند نصف النهار كان الزمانان في^(٩) الحس^(١٠) متقاربين^(١١) وإن بالتقريب وإذا كان الكسوف متقدماً لنصف النهار كان زمان التراجع^(١٢) أطول وإن كان متأخراً كان الانجلاء أطول فلنبين كيف يكون الزمانان متساويين إذا كان وسط الكسوف عند نصف^(١٣) النهار فنقول إن هذا على ما^(١٤) يستعمله بطليموس كثيراً من أن انحراف المنظر في الطول إذا كان القمر على دائرة نصف النهار مما لا يعتد به فليكن^(١٥) قوس α ج من القسي التي تحد^(١٦) مقدار درجة وليكن قوس β هـ د لنصف النهار وتقاطعها على هـ و : د^(١٧) مشرق و : ب مغرب ولتكن الشمس في بدو الكسوف

(١) ف : الزمان .

(٢) ب : فأحدهما .

(٣) سا : وهي .

(٤) سا : اختلاف .

(٥) ف ، سا : يكثر .

(٦) سا : قربت .

(٧) سا : فإذا .

(٨) سا : من .

(٩) سا ، الجنبتين .

(١٠) ب : متقاربان .

(١١) سا : الراجع .

(١٢) سا : غير موجود .

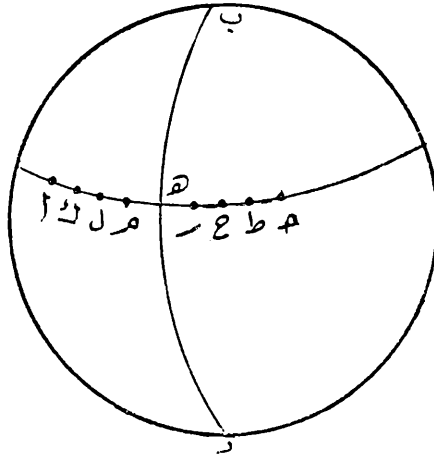
(١٣) سا : غير موجود .

(١٤) سا : فيمكن .

(١٥) سا : تحد .

(١٦) سا : [و : ح] .

على ط والقمر بالرؤية على ح وبالحقيقة على ر فإذا حصل القمر على نصف النهار وكان وسط الكسوف هناك يكون قد زال انحراف المنظر في الطول كان طوله الحقيقي والمرئي طول الشمس وقد أدرك الشمس فيكون على ط وفي مثل زمان حركة نقطة ط إلى ه يتحرك الفلك إلى المغرب قوساً مثل ط ه (١) وليكن قوس ك ه وفي مثل (٢) ذلك الزمان يتحرك القمر (٣) بالحقيقة قوساً مثل ما يتحرك (٤) في الزمان الأول وليكن ك م مثل ر ط ولأن اختلاف منظر (٥) الغربي يكون مساوياً للشرقي فليكن مكان القمر في الرؤية وهو غربي (٦) نقطة ل فيكون كل مثل ح ط (٧) وهو الذي



شكل (١١٩)

تحركه في مثل هذا الزمان بحسب الرؤية كما في الجانب الشرقي وإنما (٨) يكون تحركه (٩) كذلك لا (١٠) بحسب الرؤية ويبقى م ه مساوياً د ه فتكون الحركتان

-
- (١) سا : ط .
 - (٢) سا : غير موجود .
 - (٣) سا : غير موجود .
 - (٤) سا : ما يتحرك .
 - (٥) ب : منظرى - وفي سا : منظره .
 - (٦) سا : وهى غربية .
 - (٧) سا : ط ه .
 - (٨) سا : إنما .
 - (٩) في هامش ب : ح ط بحسب الرؤية .
 - (١٠) سا : د ل ط .

والانحرافان والزمانان (١) على قدر واحد في الحانيتين (*) وأما (٢) السبب فيما عمل في حساب الاجتماع المرئى فهو أن الاجتماع المرئى إذا كان شرقيا مثلا فإنه يتقدم الحقيقى فيكون القمر حينئذ لم يبلغ درجة الشمس بل هو متقدم عليها وهو أقرب إلى الأفق أيضا مما يكون في حال الاجتماع الحقيقى إن (٣) كانا جميعا في جهة واحدة وذلك لتقدم زمانه فيكون اختلاف منظره في الاجتماع المرئى أعظم فليكن مثلا خط أ ب ح (٤) مدارا مشتركا (٥) و : ج د لنصف النهار و : هـ موضع القمر في بعد الاجتماع الحقيقى من نصف النهار و : د (٦) موضع بعده عند (٧) الاجتماع المرئى و : ر موضع الشمس المرئى و : و ر انحراف المنظر عند الاجتماع المرئى (٨) وهو أعظم من انحراف المنظر الذى يكون على ب وهو المطلوب في الحساب فلو كان

(١) ف : والزمان .

(*) نظرية (٣٩) : إذا كان وسط الكسوف حيث القمر على دائرة نصف النهار ، فإن جميع الظروف من بدء الكسوف إلى وسطه تشابه نظيرتها من وسط الكسوف إلى نهايته .
البرهان : في شكل (١١٩) نفرض أن ب هـ د نصف النهار ، ولتكن الشمس عند بدء الكسوف عند نقطة ط ، والقمر المرئى عند ج والحقيقى عند نقطة ر .
°. ر ج اختلاف منظر القمر عند بدء الكسوف .
وليكن وسط الكسوف عند نقطة هـ الواقعة على نصف النهار .
وحيث أن اختلاف منظر القمر عند نصف النهار يساوى صفرا .
°. نقطة هـ تمثل الموضعين المرئى والحقيقى للقمر ، وهى أيضا تمثل موضع الشمس والآن لناخذ وقتا مماثلا لما بين بدء الكسوف ووسطه .

فتكون الشمس عند نقطة ل والقمر المرئى عند ن والحقيقى عند م ،
هـ ل = ط هـ باعتبار سرعة الشمس منتظمة أثناء الكسوف وكذلك ل ج م = ط ر ،
باعتبار الفرق بين مدعى القمر والشمس أثناء الكسوف ثابت
°. م = ر و يكون اختلاف المنظر في الحالتين واحدا أى أن ل تماثل ح .
°. جميع الظروف قبل وبعد وسط الكسوف متشابهة .

(٢) سا : فاما .

(٣) سا : إذا .

(٤) سا : أ ب ح .

(٥) ب ، سا : مدار مشترك .

(٦) سا : [و : هـ]

(٧) سا : عنه في .

(٨) [و : ر موضع الشمس المرئى و : و ر انحراف المنظر عند الاجتماع المرئى] : غير موجود

في سا .

انحراف منظره يوجد من موضع هـ كأن يكمن أقل من ور وكأن يكون موضع القمر أقرب إلى هـ من ر فما كان يرى مجامعا للشمس فيزيد عليه انحراف منظر ثا (١) للدرجة انحراف (٢) منظره وأخذ الفضل بينهما ثم زيد على النسبة المذكورة حتى يزيد انحراف المنظر الذي يبلغ (٣) الذي موضع هـ فيلحق به (٤) القمر الشمس (*) واعتمد في ذلك التجربة (٥) بأن جرب عدد الزيادات واعتبر أنه متى يبلغ بها اختلاف منظر موضع هـ إلى نقطة ر وأما أنه كيف عرفت (٦) هذه التجربة فذلك أن الموضع الذي ينتهي إليه العمل وضع أصلا ورجع عنه على طريق التحليل ونظر (٧) هل تطابق الزيادات الصواب بأن علم التفاوت بين الاجتماع المرئي المحسوب وبين الاجتماع الحقيقي إذا كانا مختلفين ويسير (٨) فيه (٩) القمر انحرافه الطولي مزيدا عليه جزء من اثني عشر بالتقريب فإذا رجعنا وفرضنا الوقت الذي بعد التعديل الثالث وأخرجنا درجته وانحراف تلك الدرجة في الطول وزدنا عليه جزءا من اثني عشر وجب أن يخرج لنا الاجتماع

(١) في هامش ب : بأن يؤخذ لدرجته انحراف .

(٢) [منظر ثان لدرجة انحراف] : غير موجود في سا .

(٣) سا : مبلغ .

(٤) ف ، سا : له .

(*) الفرق بين اختلاف المنظر عند الاجتماعين المرئي والحقيقي

في شكل (١٢٠) نفرض ان الشمس والقمر شرقيان بالنسبة

لخط نصف النهار د ، وليكن الاجتماع الحقيقي لهما عند نقطة هـ .

• اختلاف المنظر معناه أن الارتفاع الحقيقي للجرم

السموي عن الأفق أكبر من الارتفاع المرئي

• الوضع المرئي لكل من الشمس والقمر عند هذه اللحظة

يكون أقرب إلى الأفق من نقطة هـ . ولنفرض أن الوضع المرئي للشمس عند ر والقمر عند ج .

وحيث أن سرعة القمر ج أكبر من سرعة الشمس ر ، فإنه بعد لحظات سوف يلحق القمر المرئي

الشمس المرئية ويحدث الاجتماع المرئي

• في هذه الحالة الشرقية يحدث الاجتماع الحقيقي قبل الاجتماع المرئي

والآن إذا قمنا بمقارنة نقطتي الاجتماع الحقيقي والمرئي ، وجدنا أن الأولى أبعد عن الأفق من الثانية

أي أن اختلافات المنظر عند الاجتماع المرئي أكبر من نظيراتها عند الاجتماع الحقيقي

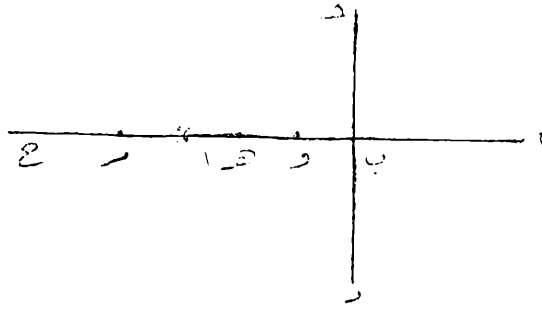
(٥) سا : غير واضح

(٦) سا : علمت

(٧) سا : فنظر

(٨) سا : وسير

(٩) سا : غير موجود



شكل (١٢٠)

الحقيقي إن كان (١) العمل صحيحا فلما خرج علم أن العمل صحيح وأما بيان هذا فليكن نقطة أ موضع القمر الحقيقي (٢) عند الاجتماع بالرؤية وليكن ج موضعه المرئي عند الاجتماع بالرؤية وليكن (٣) ذلك (٤) بعينه موضع (٥) الشمس بالرؤية (٦) لكنها أيضا ذات انحراف فليكن انحرافها ب ج حتى يكون بالحقيقة على ب في ذلك الوقت لأن القمر يلحق الشمس وقد تحركت لا محالة فيلحقها وقد فارقت نقطة ب (٧) وسارت جزءا من ثلاثة عشر جزءا وهذا القدر أكثر من اختلاف منظرها فليتصل (٨) بالشمس بعد الاتصال المرئي الاتصال (٩) الحقيقي عند نقطة د فيكون القمر سار جميع ا ج (١٠) وهو انحراف موضع الاجتماع المرئي وقرس ح د التي هي جزء من ثلاثة عشر جزءا من ا د فيكون جزءا من اثني عشر جزءا من أجزاء الانحراف ثم أخذ يبين كيف يقوم ذلك قال ليكن كل واحد من زمانى الوقوع والانجلاء غير (١١)

(١) سا : يكون

(٢) ف : غير موجود - وف : بالحقيقة

(٣) سا : ويكون

(٤) سا : ط ل

(٥) سا : غير موجود

(٦) سا : غير موجود

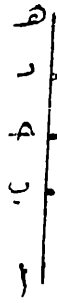
(٧) ف : ا - وف : غير موجود

(٨) سا : فلتصل

(٩) سا : اتصالة

(١٠) ف : ا د ا ح

(١١) ف : غير - وف : لغير



شكل (١١١)

المصحح (١) ساعة والبعد لا ابتداء الوقوع من سمت الرأس خمسا وسبعين يكون انحراف منظره (٢) في الصف الثالث على أن القمر في الأوج من الدقائق يب (٣) وينقص أزمان الساعة التي فرضنا غير مصحح وهو أزمان ساعة واحدة من أزمان البعد وذلك يكون مثلا حيث تكون دائرة الارتفاع هي بعينها دائرة معدل النهار يبقى (٤) ستون لأن أزمان ساعة واحدة خمسة عشر واختلاف المنظر لبعد ستين (٥) في ذلك الصف بعينه هو من الدقائق (مر) فيكون التفاوت بين اختلاف المنظر الذي في حدهما (٦) الأول زمان الوقوع والآخر لوسط الكسوف ما يوجبه خمس (٧) دقائق وهو ما به يفضل الوسط على الآخر إذا زدنا الخمسة عشر زمانا (٨) على الخمسة والسبعين زمانا حتى تكون الساعة التي تلي الأفق صار ذلك تسعين زمانا فيأخذ اختلاف منظره فيكون ثلاثا وخمسين دقيقة (٩) ونصفا (١٠) فيكون ما به (١١) يفضل اختلاف

(١) سا : المصححين

(٢) سا : من

(٣) سا : نب

(٤) سا : تبقى

(٥) سا : الستين

(٦) سا : احدهما

(٧) سا : خمسة

(٨) ف : غير موجود - وفي الهامش (الأزمان) - وفي سا : الأزمان

(٩) ف : في الهامش - وفي سا : غير موجود

(١٠) هـ : ونصف

(١١) سا : ما به

منظر الشمس (١) المسير (٢) الذى فى جانب الأفق على اختلاف منظر درجة الوسط دقيقتة ونصف وبأخذ لكل واحد من اختلاف المنظر ما يصيبه من اختلاف المنظر فى الطول لم يكن الاختلافان (٣) اختلافا واحدا ونقسمه على مسير القمر المقوم فى الساعة الاستوائية ونأخذ (٤) ما خرج فيزيد أعظمه على زمان المسير الذى يلى نصف النهار وأصغره على الذى للأفق ويكون الفضل فى هذا الموضع ثلاث (٥) دقائق ونصفا (٦) وهو لتسع ساعة التى يتحرك فيها (٧) القمر هذه الدقائق بالتقريب وإن شئت رددت المستوية إلى (٨) المعوجة .

فصل

فى الجهات التى تحاذيها الكسوفات وتعديلها (٩)

ولما فرغ بطليموس (١٠) من ذلك شرع فى تحديد جهات الكسوف وجعل جهة الكسوف النقطة الحادثة على الأفق من الدائرة الكبيرة المارة بمركزى الشمس والقمر أو الظل والقمر حتى تنتهى إلى الأفق وهى النقطة التى بينها وبين مركز الشمس ومركز القمر أو بينها وبين مركز القمر مركز (١١) الظل (١٢) ولك أن تعرف من ذلك الدرجة التى تحاذى بذلك (١٣) من منطقة البروج إن كان القمر (١٤) ليس على منطقة البروج (١٥) ويقتصر على تحصيل جهات الأحوال الخمسة المتحددة أعنى أول الكسوف وتامه

(١) ف : (الشمس) مشطوبه ومكتوب فى الهامش [للشمس] - وفى سا : غير موجود

(٢) ب : فى الهامش

(٣) سا : الاختلاف

(٤) سا : وأخذ

(٥) سا : بثلاث

(٦) ب ، سا : ونصف

(٧) سا : [فيها يتحرك] بدلا من [يتحرك فيها]

(٨) ف : على

(٩) (فصل فى الجهات التى تحاذيها الكسوفات وتعديلها) : غير موجود فى سا ، د

(١٠) سا : غير موجود

(١١) ف ، سا : غير موجود - وفى ب : فى الهامش

(١٢) ف : للظل

(١٣) سا : لذلك

(١٤) سا : الكسوف

(١٥) ف : منطقة البروج فى البروج

وهو ابتداء المكث ووسطه^(١) وأول الانجلاء وآخر الانجلاء ولا يستعمل^(٢) بمحاذاة^(٣) حالة حالة غير ذلك من المتوسطات لأن تلك غير متناهية بالقياس إلى الأفق وإلى دائرة البروج لمركز القمر واستعمل من الجهات التي^(٤) إليها^(٥) القياس^(٦) في الأفق ما يحده مقاطعة دائرة نصف النهار للأفق ومشارك الاستوائين والانقلابين ومغاربها ومشارك ومغارب رؤوس البروج على الجليل من الأمر ولما كانت الأبعاد فيما بينها تختلف بحسب إقاليم^(٧) من السبعة وهم ثمانى^(٨) دوائر يحيط بالأقاليم السبعة وجعل لها مركزا^(٩) واحدا^(١٠) وأوقع عليها^(١١) قطرين متقاطعين بالأعمدة على أنها مقطع سطح معدل النهار ووسط نصف النهار للأفق ثم خطوط^(١٢) أخرى متقاطعة تحد على الدوائر مشارق مبادئ البروج ومغاربها فارتسمت مشارق ومغارب شتوية وصيفية وهى مهاب^(١٣) الرياح الاثنى عشر وكتب أسماء البروج وأسماء الأقاليم وساعاتها على خط نصف النهار وكتب^(١٤) عند كل خط ساعة مشرقة بالدرج والدقائق ثم بين الجهة التي منها توقف^(١٥) على أبعاد المحاذيات من المطالع^(١٦) والمغارب^(١٧) بأن أعطانا الطريق إلى معرفة الزوايا الواقعة من قوس المائل والخط الواصل بين مركزى الكاسف والمنكسف ووضع الزوايا منسوبة إلى أربع قوائم ويعلم من ذلك قسى ما بين النقطة^(١٨) على الأفق من دائرة الأفق على أن القمر في البعد

(٢) سا : ولا يستعمل
(٤) ف : غير موجود

(١) د : ووسط المكث

(٣) ف : محاذاة

(٥) سا : إليه

(٦) ف : بالقياس

(٧) ف : في الهامش

(٨) سا : ثمان

(٩) سا : مركز

(١٠) د : واحد

(١١) سا : غير موجود

(١٢) سا : خطوطاً

(١٣) سا : مهاب

(١٤) سا : فكتب

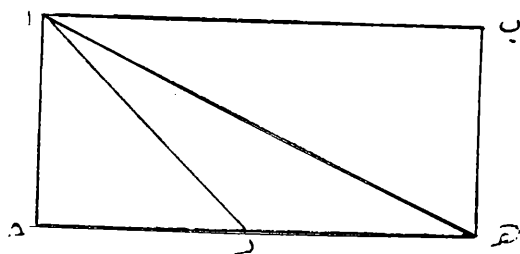
(١٥) د : يوقف

(١٦) سا : الطالع

(١٧) سا : الغارب

(١٨) ف : النقطة

الأوسط وأما كيفية بيان ذلك بالهندسة فليكن القوسى التى تنفوز (١) بمدة (٢) الكسوف بين (٣) فلك (٤) البروج (٥) والمائل (٥) متوازية مستقيمة فى الحس مثل قوسى أب ، ج د وليكن مركز الشمس أ والظل على أ فتكون نقطة ج مركز القمر فى وسط الكسوف و : د نقطة أول ما يتم الكسوف أو يبتدىء الانجلاء و : ه نقطة أول ما يبتدىء الكسوف أو (٦) أول ما يتم (٧) الانجلاء ولنصل أ ج ، أ د ،



شكل (١٦٤)

أ ه ، ب ه (٨) وزاويتا أ ، ج (٩) معلومتان (١٠) لأنهما فى وسط الكسوف عند الحس قائمتان (١١) فإن خط أ ه مجموع نصفى القطرين (١٢) فهو معلوم وخط أ ج إذا كان مقدار الكسوف معبوما معلوم وخط أ د معلوم لأنه يكون فى الكسوفات التامة ناقصا عن أ ه بقطر المنكسف وفى كل كسوف ناقص بقدر ما انكسف وزاوية ج قائمة فيصير ج ه ، ج د ، د ه معلومة وتصير الزوايا كلها معلومة فإذا علمت زاوية ج ه أ علمت زاوية (١٣) ب أ ه وكذلك ب أ د من أ د ج (*) وكذلك فى

-
- (١) سا : تقرر
 (٢) ف : غير واضح - وفى سا : مدة
 (٣) سا : من
 (٤) سا : فلكى
 (٥) ف : المائل
 (٦) سا : و
 (٧) ف ، سا : أمائم
 (٨) سا : ا ، ب ، د ، ا ، ه ، ب د
 (٩) د : ا - ح
 (١٠) ف ، سا : غير موجود - وفى ب : فى الهامش
 (١١) سا : قائمتين
 (١٢) سا : القطر
 (١٣) [ا ه ا علمت زاوية] : غير موجود فى سا
 (*) تعيين زوايا بدء الكسوف الشمسى وبدء الانجلاء :
 المفروض هنا أن خطوات أو مراحل الكسوف هى :

كسوف كسوف وقد رتب جدولاً وضع (١) فيه أربعة (٢) صفوف في الأول أصابع أوساط الكسوف إلى (كا) وفي الثاني مقادير زوايا أول انكساف للشمس وآخر الانجلاء وفي الثالث كذلك للقمر وفي الرابع لتمام كسوف القمر وأول الانجلاء ثم عرف كيف (٣) تقوم (٤) الجهات قال إن كان المركز الذي يرى في الشمس أو الحقيقي في (٥) القمر (٦) على دائرة البروج فمغرب (٧) جهة الغارب هو جهة أول انكساف الشمس وآخر (٨) انكساف القمر وفي الانجلاء فيهما بالعكس وإن

أولاً : بدء الكسوف وهو بدء الدخول في الظل

ثانياً : انتهاء الدخول في الظل

ثالثاً : وسط الكسوف

رابعاً : أول الانجلاء أى بداية الخروج من الظل وهذه تعادل انتهاء الدخول في الظل

خامساً : تمام الانجلاء أى نهاية الخروج من الظل وهي تعادل أول الكسوف والزوايا المطلوبة هنا هي التي بين البروج وبين الخط الواصل بين مركزى الشمس والقمر في الخطوة الكسوفية المعينة . وسنفترض أنه في خلال فترة الكسوف القصيرة يتحرك القمر قوساً صغيرة بحيث يمكن اعتبار البروج ومسار القمر في هذه الفترة مستقيمان متوازيان

ففي شكل (١٢٢) ليكن Γ البروج ، Δ مسار القمر ولنفترض أن الشمس عند نقطة Γ وأن القمر عند نقطة Δ في وسط الكسوف ، وعند Δ في بداية الانجلاء وعند Δ في نهاية الانجلاء التي تعادل أول الكسوف والمطلوب تعيين زاويتي $\Gamma \Delta \Gamma$ ، $\Delta \Gamma \Delta$

عند وسط الكسوف يكون الخط $\Gamma \Delta \Gamma$ تقريباً عمودياً على $\Gamma \Delta \Delta$ ، $\Delta \Gamma \Delta$

∴ زاوية $\Gamma \Delta \Gamma =$ زاوية $\Gamma \Delta \Delta = ٩٠$ درجة

لكن $\Gamma \Delta \Delta$ عند أول الكسوف = مجموع نصفي قطري الشمس والقمر = معلوم

، $\Gamma \Delta \Delta$ معلوم إذا عرفنا مقدار الكسوف

، $\Gamma \Delta \Delta$ معلوم أيضاً من مقدار الجزء المنكسف

∴ يمكن معرفة زاويتي $\Gamma \Delta \Delta$ ، $\Delta \Gamma \Delta$ وهما تساويان زاويتي $\Gamma \Delta \Gamma$ ، $\Delta \Gamma \Delta$ المطلوبتين

(١) سا : غير موجود

(٢) Γ ، سا : أربع

(٣) سا : كيفية

(٤) سا : تقويم

(٥) ف : غير موجود - وفي سا : على

(٦) ف : القمر

(٧) في هاشم Γ : فنمرف

(٨) سا : أواخر

لم يكن على دائرة البروج حصلنا مقدار الزاوية (١) بمعرفتنا بمقدار (٢) الأصابع واحد ما يفرزه (٣) من دائرة الأفق عن تقاطع البروج إما الطالع وإما الغارب بحسب ما يجب لو كان على دائرة البروج إن (٤) كان القمر (٥) شماليا فجهة أول كسوف الشمس وآخر كسوف القمر يتوجه (٦) إلى الشمال من التقاطع الشرقي (٧) إلى الغارب وإن أردنا لأول كسوف القمر وآخر كسوف الشمس أخذنا إلى الشمال من التقاطع الغربي (٨) وأما إن كان القمر جنوبيا من فلك البروج أخذنا هاهنا من الجنوب مأخذناه ثم (٩) من الشمال وأخذنا (١٠) من الشمال ما أخذناه (١١) ثم (١٢) من الجنوب وأما إذا أردنا آخر ما تتجلى (١٣) الشمس (١٤) وآخر ما يتجلى (١٥) القمر (١٦) وضعنا المشرق مكان المغرب (١٧) .

(١) ف : الرؤية

(٢) سا : لمقدار

(٣) سا : مانقره

(٤) سا : لكن إن

(٥) سا : غير موجود

(٦) ف ، سا : فيوجد

(٧) في هامش : الغربي إلى الغارب

(٨) في هامش : الشرق

(٩) سا : ثمة

(١٠) (ثم من الشمال وأخذنا) : في هامش ف

(١١) سا : مأخذنا

(١٢) سا : ثمة

(١٣) سا : ماينجل

(١٤) سا : من الشمس

(١٥) سا : ماينجل

(١٦) سا : من القمر

(١٧) سا : وبالله التوفيق . تمت المقالات الرابعة والخامسة والسادسة ولواهب العقل الحمد بلا نهاية .

المقالة السابعة

في جوامع أمور الكواكب الثابتة

المقالة السابعة

فى جوامع أمور الكواكب الثابتة (١)

قال إنما سميت هذه الكواكب ثابتة لأن أبعاد بعضها من بعض ثابتة دائماً على مقدار واحد وليس كأبعاد الكواكب المتحركة التى قد يقترب (٢) منها ما يتباعد (٣) ويتباعد (٤) منها (٥) ما اقترب (٦) وأظن أنا (٧) أنها إنما سميت ثابتة لأن حال حركتها إلى المشرق لم تكن (٨) معلومة فى قديم الزمان فكانت فى حكم ما لا يزول من درجته فسميت ثابتة ولزمها ذلك الاسم وإن علم حال حركتها (٩) قال والدليل على أنها حافظة لوضع واحد لبعضها عند (١٠) بعض أنه لما رصد أبعاد بعضها من بعض وأوضاع بعضها من بعض فى الأزمنة الأولى وفى (١١) زمان أبرنخس (١٢) ثم فى زمانه وجدت الأبعاد والأوضاع متساوية بالتقريب وهو يذكّر فى ذلك أرصاداً قديمة رصدت فى ذلك ويجد (١٣) أحكامها متشابهة لما وجد (١٤) بأرصاده بالتقريب ثم أراد أن يبين أن لكثرة الكواكب الثابتة حركة على توالى البروج

(١) سا : (بسم الله الرحمن الرحيم . المقالة السابعة ويتلوها الثامنة من كتاب المجسطى) بدلا من (المقالة السابعة فى جوامع أمور الكواكب الثابتة)

(٢) سا : قرب

(٣) سا : ماتباعد

(٤) سا : وتباعد

(٥) سا : غير موجود

(٦) سا : ماقترب

(٧) ف ، سا : غير موجود

(٨) سا : يكن

(٩) ف : فى المامش

(١٠) سا : عن

(١١) سا : فى

(١٢) سا : انرجس

(١٣) سا : غير واضح

(١٤) سا : وجدناه

وجعل ما حد بيان ذلك من أنه رصد أبعاد كواكب ثابتة بقياسها إلى كسوفات القمر المحققة البعد عن نقطة الاستوائين والانتقابين فراها^(١) قد ازدادت عن تلك النقطة بعدا عما رصد فيما سلف من الزمان ورأى أبعاد ما بينها محفوظة في جميع الأزمنة واستظهر في ذلك بأرصداً محققة من ذات الحلق وأحضر في كتابه أرسداً مدونة في هذا الباب وإذا قد بدت^(٢) أن للثوابت^(٣) حركة فليعلم^(٤) أن تلك الحركة هي^(٥) على قطبي البروج لأن عروضها بالقياس إلى فلك البروج محفوظة وبالقياس إلى منطقة معدل النهار غير محفوظة بل مختلفة قال وإن أبرخس^(٦) مع ظنه أن حركة^(٧) الانتقال إلى المشرق إنما هي خاصة بالكواكب التي هي في منشور منطقة البروج دون غيرها فإنه يرى أن تلك الحركة لها على قطبي فلك^(٨) البروج فلو كانت الحركة على قطبي معدل النهار لكانت^(٩) عروض^(١٠) الكواكب الثابتة في جميع الأزمان إنما تتشابه^(١١) بالقياس إلى منطقة معدل النهار ولكن لم يوجد كذلك وإنما وجد ذلك^(١٢) التشابه بالقياس إلى منطقة^(١٣) البروج وهذا هو ما يظن^(١٤) أيضا أبرخس^(١٥) في الكواكب التي في المنطقة وإن كان لا يثق بذلك كل الثقة إذا كانت أرسداً من قبله على التحليل من الأمر والزمان بينه وبين طيموخارس الراصد قريبا قال وأما نحن فإن^(١٦) رصدنا عروضها عن فلك البروج فكانت على ما في القديم إلا

(٢) سا : ثبت

(١) سا : فراها

(٣) سا : للكواكب

(٤) سا : فلنعلم

(٥) سا : غير موجود

(٦) سا : أبرخس

(٧) ف : حركته

(٨) سا : في الهامش

(٩) سا : لكان

(١٠) سا : عرض

(١١) سا : يتشابه

(١٢) ف : هذا

(١٣) [معدل النهار ولكن لم يوجد كذلك وإنما وجد ذلك التشابه بالقياس إلى منطقة] : غير

موجود في سا

(١٤) سا : ما نظر

(١٥) ، سا : أبرخس أيضا

(١٦) سا : فإننا

بقدر ما يمكن أن ينسب إلى خلل الأرصاد والآلات وأما أبعادها من نقطة الاستواء والانقلاب فكانت زائلة وكان اعتبارها من أرصاد طيموخارس وأريستولوس (١) ومانالاولوس ثم أرصاد أبرخس (٢) ثم أرصاد نفسه فقد ذكر أبرخس أنه وجد الكواكب التي في النصف الآخذ من النقطة الشتوية والربيعية إلى الصيفية أميل إلى الشمال مما كانت عليه في أرصادهم لأنها لما زالت عن مواضعها إلى المشرق وحفظت العرض (٣) مع فلك البروج وصارت أبعد في الشمال وأنه وجد العرض من البروج محفوظا مثاله أن السماء (٤) الأعزل (٥) وجد عرضه في رصد طيموخارس وفي رصد نفسه قريبا من درجتين جنوبا وإن كان أبرخس (٦) مشككا (٧) في ذلك لقلة ثقته بأرصاد طيموخارس إذ كانت مأخوذة على الجليل من الأمر وكانت المدة قصيرة وغير (٨) كافية في ظهور الأمر وأما بطليموس فإنه قال إن النفاة بحركة الثوابت على الصفة المذكورة قد صحت منه ووقعت لزيادة عدد (٩) الكواكب المرصودة وتطاول العهد قال بطليموس ونحن لما امتحنا أرصادنا وقابلناها بأرصاد أريستولوس (١٠) وأبرخس وبالأرصاد (١١) التي قبله (١٢) لطيموريطوس (١٣) وغيره وجدنا الكواكب التي رصدت قد حفظت النسبة إلى فلك البروج وأما إلى دائرة معدل النهار فما كان منها في النصف المبتدئ من (١٤) الشتوى والربيعي إلى الصيفي فإن أبعادها إلى

(١) في هامش ه : ورستلس - وفي سا : وارستلس

(٢) سا : أنرجس

(٣) سا : العروض

(٤) سا : السماء

(٥) سا : غير موجود

(٦) سا : أنرجس

(٧) ف : مشككا - وفي ه : مشكك - وفي سا : يتشكك

(٨) سا : غير

(٩) ف : حركة

(١٠) في هامش ه : رستلس - وفي سا : وارستلس

(١١) سا : والأرصاد

(١٢) ف : في الهامش

(١٣) سا : لطيموخارس

(١٤) سا : في

الشمال قد زادت مما وجدت عليه قديما وأما التي في النصف الآخر فإن أبعادها إلى الشمال ناقصة و إلى (١) الجنوب زائدة على نسبة واحدة وهذا الاختلاف في الكواكب القريبة من الاستوائين أكثر وفي القريبة من المنقلبين أقل لأن ظهور الميل عند النقطتين (٢) الاستوائيتين (٣) أكثر من ظهوره عند المنقلبين كما قد عرفت وعدة الكواكب وجدت على هذه الجملة فوجد (٤) هذا (٥) التفاوت مستمرا على ونبرة واحدة من أرصاد المتقدمين ثم أرصاد أبرخس (٦) ثم أرصاده ولما وجد الخلاف بين رصده ورصد أبرخس (٧) في الطول بجزئين وثلاثي جزء والمدة بين الرصدتين ما تثنان وخمسة وستون سنة حكم أن الكواكب الثابتة تقطع الجزء الواحد في قريب من مائة سنة والاختلاف الواقع في العرض عن معدل النهار أيضا يوجب هذا الحكم بعينه وخصوصا في كسوفات الكواكب بالقمر في أوقات معلومة معلوم فيها عرض القمر وذكر منها أرصادا ماس (٨) فيها القمر الكواكب أو كسفها فعرف من معرفة مكان القمر في الطول والعرض وانحراف المنظر في ذلك التاريخ مكانها في الطول والعرض (٩) على الوجه الذي يعلم به ثم رصد أعظام الكواكب الثابتة على مراتب ستة متفاضلة في العظم إلى أن انتهى إلى العظم السادس وترك ما بعده لصغره ورسم لها جداول ثلاثة سماها فيها منسوبة إلى الصورة التي وضعت (١٠) لها (١١) ولم يبال (١٢) أن يخالف المتقدمين في هيئة صورة إذا (١٣) كان ما يصفه أوفق مثل مخالفته لأبرخس في تسمية كوكبين في العذراء سماها أبرخس بمنكبى العذراء

(١) ف : في الهامش

(٢) ف ، ف : القطبين

(٣) ف ، ف : الاستوائين

(٤) ف ، سا : ووجد

(٥) ف : غير موجود

(٦) سا : أنرجس

(٧) سا : انرجس

(٨) ف : غير واضح

(٩) [وانحراف المنظر في ذلك التاريخ مكانها في الطول والعرض] : غير موجود في سا

(١٠) سا : رمقت

(١١) في هامش ف : بها - وفي سا : غير موجود

(١٢) ف : يبل

(١٣) سا : إن

وسماها هو بكونه كوكب جنبه إذ كان (١) بعدهما من كوكب الرأس أكثر من بعدهما من كفى العذراء وما كان كذلك فأولى أن يكون جنباً (٢) ثم (٣) رتب جداول في الصف الأول منها أسماء ما رصدت أعظامه من الكواكب الجنوبية والشمالية وهي ألف واثنان وعشرون (٤) كوكبا وعلاماتها في (٥) الصف الثانى أسماء البروج التى كانت في زمانه في أول ملك أنطونينوس (٦) وجعل مبادئ الأرباع (٧) من نقط (٨) الاعتدال (٩) والانقلاب (١٠) وفي الثالث أجزاؤها (١١) من فلك البروج وفي الرابع جهاتها من فلك البروج وفي الخامس عروضها لا من معدل النهار ولكن من (١٢) فلك (١٣) البروج (١٤) وفي السادس أعظامها وأنت يمكنك أن تنقل ذلك إلى الأزمنة التى بعده على أن تجل مسيره (١٥) في كل مائة سنة درجة (١٦) .

(١) في هامش ه : ذلك أصبح وأدل على الصفة - وفي سا : كان ذلك أصبح وأدل على الصحة

(٢) [بعدهما من كوكب الرأس أكثر من بعدهما من كفى العذراء وما كان كذلك فأولى أن يكون جنباً] :

غير موجود في سا

(٣) سا : و

(٤) ه : واثنين وعشرين

(٥) ه ، سا : وفي

(٦) في هامش ه : انطونينس - بيلبس - وفي سا : بيلبس

(٧) ف : الارتفاع

(٨) ف ، سا : نقطة

(٩) سا : الانقلاب

(١٠) سا : والاستواء

(١١) ف : احراها

(١٢) سا : في

(١٣) سا : غير موجود

(١٤) [وفي الخامس عروضها لا من معدل النهار ولكن من فلك البروج] : في هامش ه

(١٥) سا : مسيرها

(١٦) سا : والله الموفق

المقالة الثامنة

المقالة الثامنة

ثم افتتح في المقالة الثامنة منه (١) بجداول مثل هذه ولكن اللواتي (٢) في النصف الجنوبي من الكرة ثم أخذ يبين (٣) هيئة المجرة ويسمىها الدائرة اللبئية ويعرف ما فيها وفي حدودها من الكواكب المعلودة حتى استوفاهما ثم أخذ يعرف كيف تتخذ (٤) كرة مصمتة يرى فيها (٥) هذه الكواكب وصورها والمجرة وغير ذلك مما ذكره في الجداول فأمر أن تتخذ كرة شبيهة اللون بلون حون (٦) الليل (٧) أعنى لا زوردية اللون ويرسم (٨) فيها قطبان (٩) للبروج وترسم بينهما دائرة البروج وترسم (١٠) دائرة معدل النهار (١١) بالميل المعلوم على قطبين آخرين ودائرة نصف النهار تمر بقطبيها وتقسم دائرة البروج بثلاثمائة وستين درجة والدرجة بالدقائق (١٢) على ما يسهل وتطبق عليها حلقة تماسها وتلور عليها وأخرى أكبر منها قليلا وعلى طول كل واحدة (١٣) منهما في بسيطها (١٤) المحدث (١٥) دائرة تقسم عرض ذلك البسيط بنصفين ثم تنصف هذه الدائرة فيها (١٦) وتقسم كل نصف بمائة (١٧) وثمانين قسما (١٨)

(٢) سا : لواتي

(٤) سا : تتخذ

(١) ف : غير موجود

(٣) سا : يعرف

(٥) سا : فيه

(٦) ف : صون - وفي سا : جو

(٧) ف : النيل - وفي سا : الكون

(٨) سا : وترسم

(٩) سا : قطبين

(١٠) سا : وترسم

(١١) [دائرة معدل النهار] : مكرر في سا

(١٢) سا : دقائق

(١٣) سا : واحد

(١٤) سا : بسيطة

(١٥) ف : المحدث

(١٦) سا : فيهما

(١٧) سا : ثمانية

(١٨) سا : غير موجود

نهاياتها (١) مركز القطبين وتجعل الحلقة الصغرى مركوزة في قطبي البروج والكبرى
 مشتملة عليها وعلى الكرة ومركزها (٢) من الكرة في قطبي معدل النهار فلأن الحلقة
 الصغرى مقسومة في العرض فإننا إذا وضعناها على أى برج شئنا فى أى طول شئنا
 أمكننا أن نأخذ موضع كل كوكب معلوم الطول والعرض منها فنثبت (٣) فى الكرة
 ولا يزال (٤) يفعل (٥) ذلك حتى تصير الكرة مع ورة بالكواكب كالسما
 ونخط (٦) الصورة (٧) بخطوط خفية لئلا يتشوش وجه الكرة ويجعل (٨) لهذه
 الكرة مع حلقتها حاملة تكون مكان الأفق وتجعل ارتفاع القطب الشمالى عنها (٩)
 كما فى الإقليم ثم تسد ما يماس الأفق بمسار كما للقطب (١٠) ثم أخذ يعرف (١١) تشكيلات (١٢)
 الكواكب الثابتة لا التى يعتبر (١٣) لها من أنفسها وهى التشكيلات المحفوظة فيما بينها
 ولا (١٤) يزول بل التشكيلات الزائلة التى لها بعضها بالقياس إلى المنحيرة والنيرين وأجزاء
 فلك البروج وبعضها بالقياس إلى الأرض وحدها (١٥) وبعضها بالقياس إلى الأرض
 وفلك (١٦) الأولين معا فالقسم الأول يكون (١٧) أما على العموم فإذا صارت معا فى
 دائرة واحدة من المارة بقطبي فلك البروج أو صارت على مختلفتين (١٨) إلا أنها على

(١) سا : غير واضح

(٢) سا : ومركز.

(٣) سا : غير واضح

(٤) سا : ولا يزال

(٥) سا : يفعل

(٦) سا : ونحيط

(٧) سا : الصور

(٨) سا : ونجعل

(٩) سا : غير موجود

(١٠) سا ، د : كالقطب

(١١) ف : ينتهى سياق الكلام فى سطر ٢٢ ص ١٨٠. وتكملته من سطر ٢٤ ص ١٨١

(١٢) سا ، د : تشكيلات

(١٣) ف : بين السطرين وفى سا يعمر

(١٤) سا ، د : فلا

(١٥) سا ، د : وحده

(١٦) سا ، د : تلك

(١٧) د : غير واضح

(١٨) سا : مختلفين

تثليث أو تربيع أو تسديس أو غير ذلك بحسب الزاويتين الحادثتين عنهما عند القطب قائمة كانت أو أكثر أو أقل بثلاث أو ربع وأما على الخصوص فهي التي تكون في منشور (١) البروج الذي يرسمه مسيرات الكواكب المتحيرة في العرض أما عند الكواكب المتحيرة الخمسة بالمقارنة والستر (٢) وأما عند الشمس والقمر بالاستمرار وهو أن يتوجه إلى (٣) النير فيدخل في شعاع (٤) النير حتى ينفذ (٥) ثم يجتمع معه (٦) ثم يشرق وهو أن يخرج من الشعاع نحو المشرق وأما التي عند الأرض وحدها (٧) فأربعة أنواع وهي أن تكون طالعة وغاربة ومتوسطة للسماء (٨) من فوق أو من (٩) تحت وهذه التشكيلات أما في خط الاستواء فقد توجد كلها لكل كوكب في أزمنة متساوية أما حيث يكون القطب على سمت الرأس فلا يكون لشيء من الثابتة شيء من الأحوال المذكورة البتة ولا لواحد منها وأما بين هذين فيكون لبعض الكواكب كلها وللبعض (١٠) الكواكب (١١) بعضها (١٢) دون بعض فأما ما يلي القطبين ويكون بينه وبين القطب دون ارتفاع القطب فيكون طالعا أبداً أو دون الانخفاض فيكون خفياً أبداً وأما في خط الاستواء فتكون أزمنة التشكيلات الأربعة (١٣) لجميع (١٤) الكواكب متساوية وأما في العرض فتختلف إلا ما كان منها على خط معدل (١٥) النهار وما سواه فإن الأميل إلى جهة ارتفاع القطب وإن كان في درجة واحدة من البروج

(١) ♀ ، سا ، ف : ميسور

(٢) سا ، ف : والسير

(٣) ف غير موجود - وى ♀ : بين السطرين

(٤) د : شما

(٥) سا : يخفى

(٦) ف : في الهامش

(٧) د : وجدها

(٨) سا : السماء

(٩) سا : ومن

(١٠) سا ، د : ولبعضها بعض

(١١) سا ، د : غير موجود

(١٢) سا ، د : غير موجود

(١٣) ♀ ، سا ، د : الأربع

(١٤) ف : بجميع

(١٥) سا ، د : غير موجود

فقد يطلع أسرع ويخفا^(١) أبطأ لكنها قد تتوسط السماء معا وذلك إذا كانت في الدائرة المارة بالأقطاب ولا يلزم أن يكون ما يطلع معا يتوسط السماء معا إلا في معدل النهار فيطلع ويغرب معا ما كان يتوسط السماء معا^(٢) وأما الكائن بحسب الأرض والسموات^(٣) فالعام من ذلك ما يكون للثابتة وللمتغيرات^(٤) ولأجزاء البروج بالقياس إلى الأرض وهي^(٥) كونها معا في الطلوع^(٦) أو توسط السماء أو الغروب وأما بالتفصيل فهو^(٧) الذي يكون بالقياس إلى النيرين وهي تسعة^(٨) « أ » فالنحو الأول هو الطلوع الصباحي^(٩) وهو أن يكون الكوكب^(١٠) والشمس معا أو في زمانين متقاربين يصران إلى الأفق وذلك إما التابع^(١١) فلا يرى وهو أن يكون كما تطلع الشمس يطلع الكوكب بعدها^(١٢) وإما المقارن^(١٣) فهو ظاهر وإما المتقدم الذي يرى فهو الصباحي الذي يطلع أولا ويرى^(١٤) ثم تطلع الشمس « ب » والنحو الثاني^(١٥) يقال له توسط السماء الصباحي وهو أن يكون الكوكب قريبا من طلوع الشمس^(١٦) يتوسط السماء فوق الأرض أو تحتها^(١٧) وهو أيضا إما التابع^(١٨) وهو الذي^(١٩)

(١) ف ، سا ، د : ويخفى

(٢) [إلا في معدل النهار فيطلع ويغرب معا ما كان يتوسط السماء معا] : غير موجود في ف ؛ وفي ب أيضا غير موجود ولكن مكتوب في الهامش [لأن معدل النهار يطلع ويغرب مع ما كان يتوسط السماء]

(٤) د : وللمتغيره

(٣) سا ، د : والسمويات

(٦) سا : الغروب

(٥) سا : وهو

(٧) ب : وهو

(٨) في د : [تسعة أصناف كلية] وفي ب : [أصناف كلية] في الهامش

(٩) [إلى النيرين - وهو تسعة فالنحو الأول هو الطلوع الصباحي] : غير موجود في سا

(١٠) سا : الكواكب

(١١) ف : السابع

(١٢ م) ب : بميدها - وفي سا ، د : بميده

(١٣) سا ، د : المفارق

(١٤) سا ، د : غير موجود

(١٥) سا : الباني

(١٦) [يقال له توسط السماء الصباحي وهو أن يكون الكوكب قريبا من طلوع الشمس] :

غير موجود في سا ، د

(١٧) سا : وتحت - وفي د : أو تحت

(١٨) ف : البائع

(١٩) [وهو الذي] : غير موجود في د

يتوسط السماء بعيد طلوع الشمس بلا لبث أو المقارن (١) أو المقدم الذى يرى إن كان فى وسط السماء الفوقانى « ح » والنحو الثالث يقال له (٢) الغروب الصباحى وهو إما التابع (٣) الذى لا يرى (٤) وهو أن يكون إنما يغرب بعيد ما تشرق الشمس بلا لبث وإما المقارن (٥) وإما المتقدم الذى يرى وهو (٦) الذى يغرب أولاً ثم تطلع الشمس بلا لبث طويل . « د » والنحو الرابع انطلوع الظهيرة (٧) وهو أن يطلع والشمس متوسطة وذلك إما نهاري لا يرى وإما ليلى يرى وهو أن يطلع وقد توسطت الشمس (٨) السماء تحت الأرض « هـ » والنحو الخامس توسط السماء (٩) الظهيرة (١٠) وذلك يكون إذا توسطاً معاً وهو إما غير مرئى إذا توسطاً معاً من جهة واحدة أو توسط الكوكب تحت والشمس فوق وإما مرئى إذا كانت الشمس فى الوتد الأسفل والكوكب فى الوتد الفوقانى (١١) « و » والنحو السادس هو الغروب الظهيرة وهو أن يغرب الكوكب مع توسط الشمس السماء (١٢) فوق الأرض وهو إما غير مرئى إذا كان توسط السماء (١٣) الشمس (١٤) السماء (١٥) من فوق الأرض وإما مرئى إذا كان توسطها تحت الأرض « ر » والنحو السابع يقال له الطلوع المسائي (١٦) وذلك أن تكون الشمس فى (١٧) المغرب والكوكب على المشرق وذلك إما التابع (١٨) الذى يرى

(٢) سا : غير موجود

(٤) سا ، د : يرى

(١) سا : والمقارن

(٣) ف : السابع

(٥) ف : المقارب

(٦) د : غير موجود

(٧) سا : الظهيرة - وفى د : غير موجود

(٨) ف : غير موجود

(٩) د : غير موجود

(١٠) سبا ، د : الظهيرة

(١١) ف : الأهل

(١٢) د : غير موجود

(١٣) ف : متوسط - وهنا ينتهى سياق الكلام فى المخطوط ف فى سطر ٢٣ ص ١٨٢

وتكملته من سطر ٢٣ ص ١٨٠

(١٤) د : غير موجود

(١٥) سا : غير موجود

(١٦) ف : المساوى

(١٧) سا ، د : يل

(١٨) ف : السابع

وهو أن يطلع بعيد غروبها بلا لبت (١) وإما المقارن أو المتقدم الذى لا يرى (٢) « ح » والنحو الثامن هو توسط السماء المسائى (٣) وهو أن يكون الكوكب يلى وسط السماء عندما تلى (٤) الشمس الأفق وهذا أيضا ثلاثة أصناف تابع يرى ومقارن (٥) ومتقدم لا يرى . « ط » والنحو التاسع هو (٦) الغروب المسائى (٧) وهو أن يلى المغرب معا إما التابع الذى يرى وإما المقارن وإما المتقدم الذى لا يرى .

فصل

فى مقارنة الكواكب الثابتة للشمس فى الطلوع
أو فى توسط السماء أو فى الغروب (٨)

فلما فرغ من هذا أخذ يعرف وجه الوقوف على طلوع وغروب وتوسط السماء (٩) للشمس (١٠) والكوكب إذا كان مقارنا بعد أن يتأمل (١١) مواضعها فى البيت وأبتدا يعرف (١٢) ذلك من توسط السماء المقارن (١٣) للشمس فبين بشكل كيف أنه يمكننا من معرفتنا موضع الكوكب أن نعرف (١٤) أنه (١٥) مع أى جزء من البروج ومن (١٦) معدل النهار يتوسط السماء فقال (١٧) لتكن دائرة أ ب ج د مارة بأقطاب

(١) [بلا لبت] : فى هاشم ب ، ف

(٢) [وهوان يطلع بعيد غروبها بلا لبت وأما المقارن أو المتقدم الذى لا يرى] : غير موجود فى سا

(٣) ف : المساوى (٤) ف : يلى

(٥) سا : ومفارق (٦) د : وهو

(٧) ف : المساوى

(٨) [فصل فى مقارنة الكواكب الثابتة للشمس فى الطلوع أو فى توسط السماء أو فى الغروب] :

غير موجود فى سا ، د

(٩) سا ، د : غير موجود

(١٠) سا ، د : الشمس

(١١) ف : تأمل

(١١) سا : يتعرف

(١٣) سا : المفارق

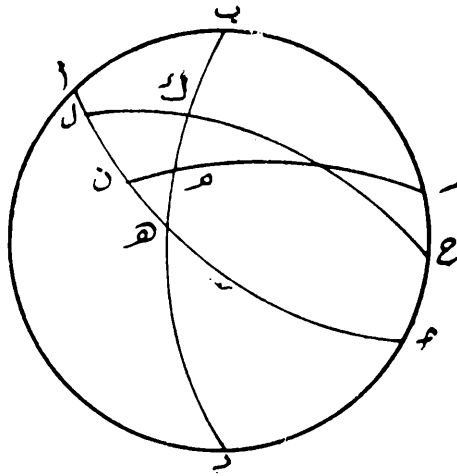
(١٤) د : غير موجود

(١٥) سا : غير موجود

(١٦) سا : من

(١٧) سا ، د : غير موجود

البروج والمعدل (١) و : ب هـ نصف دائرة البروج على قطب ح و : أ هـ نصف معدل النهار وليكن ط الكوكب و : ح ط كل يمر بالكوكب وقطب البروج فتكون نقطة ك درجة الكوكب في الطول ولتكن ر قطب المعدل واتمر عليه وعلى الكوكب



شكل (١٢٣)

ر ط م ن (٢) وظاهر أن نقط (٣) ط ، م ، ن تتوسط السماء معا فلأنه قد تقاطع بين قوسى أن ، أ ح (٤) قوسى (٥) ح ل ، ر ن (٦) المتقاطعتان (٧) على ط فنسبة جيب ح أ (٨) إلى جيب أ ر المعلومين بأن ر أ ربع (٩) و : ح أ ربع و كل (١٠) الميل أعنى ارتفاع القطب (١١) مؤلفه من نسبة جيب ح ل (١٢)

(٢) ف : د ط م ن

(١) ف : المعدل

(٣) ف ، سا ، د : نقطة

(٤) سا : ا ب ، ا ح - وفى د : ا ب ، ا ح

(٥) سا ، د : إلى قوسى

(٦) سا : د ل ، ر ن - وفى د : ح ل ، ر ن

(٧) ف : المتقاطعتان - وفى سا ، د : غير موجود

(٨) سا : د ا - وفى د : ح ا

(٩) ف : تمام الميل

(١٠) سا ، د ، ف : و : ل ل

(١١) [المعلومين بأن ر ا ربع و : ح ا ربع و : ل ل الميل أعنى ارتفاع القطب] :

غير موجود فى سا ، د

(١٢) سا : د ل

إلى جيب ل ط (١) ومن نسبة جيب ن ط إلى ن ر (٢) وقوسا ح ل ، ل ط (٣)
 معلومان لأن ط ك (٤) عرض الكوكب معلوم من البيت و : ك ه معلوم لأنه (٥)
 طول (٦) الكوكب من البروج (٧) وهو معلوم من البيت و : ه درجة المشرق
 الاعتدالية (٨) ولنا أن نعلمه فإذا جعلنا ك ه (٩) المعلوم مطالع صار ه ل درج (١٠)
 السواء و : ك ل ميل (١١) درجة ولنا أن نعلمه (١٢) فنعلم جميعه من الأصول
 المعلومة و : ك ل (١٣) معلوم وإن جعلنا (١٤) ه ل مطالع وهو (١٥)
 معلوم صار ك ل معلوما وصار ط ل معلوما و : ه ك (١٦) معلوم لأنه درج السواء
 لقوس ه ل المعلوم لو جعل مطالعا (١٧) فيعلم وكذلك ل أ من ك ب (١٨)
 فيعلم (١٩) ن ط ونسبة جيب ن ل (٢٠) المجهول إلى ل أ (٢١) المعلوم مؤلفة (٢٢)

(١) ب ، سا : غير موجود

(٢) يلي ذلك في سا : [لكن قوساً د ا ، ر ا معلومان بأن ز ا ربع تمام ل ل
 المثل و : ح ا ربع و ل ل الميل أعنى ارتفاع القطب] وبينما يلي ذلك في د : [لكن قوساً ح ا ، ر ا
 معلومان بأن ر ا تمام ل ل الميل و : ح ا ربع و : ل ل الميل أعنى ارتفاع القطب] - بينما في
 هامش ب : [ومن نسبة جيب ن ط إلى ن ر لكن قوساً ح ا ، ر ا معلومان فإن ر ا
 ربع و : ح ا ربع وكل الميل أعنى ارتفاع القطب فهو كتمام كل الميل]

(٣) سا : د ل ، ط ل - وفي د : ح ل ، ط ل

(٤) سا ، د : ط ل (٥) سا ، د : لأن ه

(٦) سا ، د : أطول (٧) سا ، د : الأفق

(٨) سا ، د : والاعتدالية (٩) د : ل

(١٠) سا ، د : درجة

(١١) ف : مثل - وفي سا : غير موجود

(١٢) [ولنا أن نعلمه] : غير موجود في سا ، د

(١٣) سا ، د : ف : ل ل

(١٤) سا ، د : جعلت

(١٥) سا ، د : و : ه ل

(١٦) سا ، د : و : ه ل

(١٧) ف ، د : مطالع

(١٨) [فيعلم وكذلك ل ا من ب] : غير موجود في د

(١٩) سا : يعلم

(٢٠) سا : ب ل - وفي د : ل - وفي ب ، ف : ر ل

(٢١) ب : ن ا - وفي ف : ل

(٢٢) سا ، د : غير موجود

كما (١) تدري وكانت ط ر ، ط ن ، ح ر ، ح أ (٢) معلومات (٣) فصار (٤)
 أن معلوما (٥) بقي ه ن معلوما (٦) فصار ه م ، ه ن (٧) معلومين وجميع م ر (٨)
 أيضا فصار بعد م من ه ومن ك المعلومين معلوما وهى الدرجة التى تتوسط
 السماء مع ط من البروج وكذلك ن (٩) من معدل النهار (*) ثم بين مثل ذلك فى الطلوع

(١) ف : ما (٢) سا ، د : ط ن ، ح ر ، ا

(٣) ف : معلومان (٤) ف ، د : ح ر

(٥) [فصار ان معلوما] : غير موجود فى سا

(٦) م : معلوم (٧) سا ، د : ه م ، ل

(٨) ف ، سا ، د : م ب

(٩) سا ، د : ل

(*) معرفة نقطة فلك البروج ونقطة معدل النهار التى تتوسط السماء مع الكوكب
 نفرض ا ب د الدائرة المارة بالأقطاب الأربعة (قطبى البروج وقطبى المعدل) ولتكن دائرة
 البروج ب د قطبها ح ودائرة نصف النهار ا ه ج قطبها ر ولنفرض أن الكوكب عند نقطة ط والدائرة
 ح ط ل تمر بالكوكب وقطب البروج (شكل ١٢٣)
 ∴ ط ل عرض الكوكب ، ل ه طوله والمفروض انها معلومان .

نرسم القوس ر ط بين الكوكب ط وقطب المعدل ر فيقطع البروج فى م ومعدل النهار فى ن
 ومن الواضح أن النقط الثلاث ، ط ، م ، ن تتوسط السماء فى نفس اللحظة أى أن م ، ن هما النقطتان
 المطلوب تمييزهما من الشكل القطع ا ن ط ح ا :

$$\frac{\text{ح ا ح ا}}{\text{ح ا ل ر}} = \frac{\text{ح ا ح ل}}{\text{ح ا ل ط}} \times \frac{\text{ح ا ن ط}}{\text{ح ا ن ر}} \text{ لكن ا ر = } ٩٠ ، \text{ ح ا = } ٩٠ + \text{الميل الأعظم (ع)}$$

ومن المثلث ه ل ل : ه ل معلوم ، ل ه = ٩٠ ، ه = الميل الأعظم ∴ نعرف ل
 لكن ط ل عرض الكوكب معلوم

∴ ط ل معلوم وكذلك ح ل = ٩٠ + ل ل معلوم ، ن ر = ٩٠ ∴
 ∴ من القانون نعرف ن ط

$$\text{وبالمثل نفس الشكل : } \frac{\text{ح ا ن ل}}{\text{ح ا ل ا}} = \frac{\text{ح ا ط ن}}{\text{ح ا ط ر}} \times \frac{\text{ح ا ح ر}}{\text{ح ا ح ا}}$$

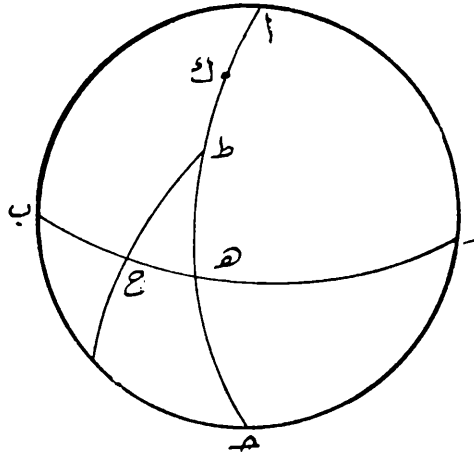
حيث ل ا = ٩٠ - ه ل ، ه ل عرفناه

من المثلث ه ل ل ∴ ل ا معلوم ، ط ن عرفناه بماسبق ، ط = ٩٠ - ط ن معلوم ،
 ح ر = الميل الأعظم ، ح ا = ٩٠ + الميل الأعظم
 ∴ يمكن معرفة ن ل ومن ذلك نعرف

ه ن = ه ل - ن ل أى نعرف نقطة ن المطلوبة

وبحل المثلث ه م ن الذى فيه : ه ن معلوم ، ن = ٩٠ ، ه = الميل الأعظم
 نعرف ه م أى نعرف نقطة م المطلوبة

والغروب فليكن أ هـ (١) نصف دائرة المعدل في دائرة نصف النهار (٢) أ ب ح د وليكن نصف دائرة الأفق ب هـ د (٣) وليكن طلوع الكوكب على ح من ب هـ د و : ر قطب المعدل ولنمر بنقطتي ر ، ح ربع دائرة ر ح ط (٤) وقسمي ر ح ، ر ط ، أ هـ (٥) أرباع و : ر ب وهو ارتفاع القطب معلوم و : ط درجة



شكل (١٢٤)

ممره (٦) بوسط (٧) السماء معلوم و : ط ح بما (٨) عرفنا (٩) معلوم يبقى ر ح معلوما و : هـ أ معلوم ونسبة جيب ر ب إلى جيب ب أ مؤلفة مما تعلم (١٠) فجيب هـ ط معلوم و : ط معلوم ف : هـ معلوم فالدرجة التي تطلع من المعدل معلومة فالتي من فلك البروج معلومة وكذلك التي للغروب معلومة (١١) ولتكن (١٢) النقطة

(١) د : أ هـ ح (٢) سا ، د : نهار

(٣) يل ذلك في سا ، د : [على قطب ر]

(٤) ف : غير موجود - وفي ب : بين السطرين

(٥) سا : ر ح ، ر ط ، أ هـ - وفي ف : ر أ ، ب ط ، أ هـ

(٦) سا ، د : ممر

(٧) سا ، د : يتوسط

(٨) سا ، د : بما

(٩) سا ، د : عرفناه

(١٠) [من نسبة جيب ر ح إلى ح ط ومن نسبة جيب هـ ط إلى أ هـ] : في هامش ب

(١١) هنا ينتهي سياق الكلام في النسخة ف في سطر ٢٣ ص ١٨١ وتكملته من سطر ٢٤ ص ١٨٣

(١٢) ف : ولمركز

التي (١) على المغرب (٢) التي من ذلك الجانب من ط مثل نقطة ك ويكون ط ك (٣) مساويا د : ط هـ ومغرب ك سعتة ك مشرق (٤) هـ وزاويته القطبية كزاوية هـ القطبية أعني مثل زاوية أ ر ح (٥) التي في جانب وقد يسهل من ذلك معرفة أنه أى الكواكب تطلع (٦) مع جزء جزء من فلک البروج ويتوسط (٧) أو يغرب فيعلم أنه متى تصير الشمس إلى مقارنته (٨) في تلك الحال وتسمى الموافيات (**).

(١) د : غير موجود

(٢) سا ، د : غير موجود

(٣) [ويكون ط ل] : مكررة في د

(٤) ف : مشرق

(٥) ف : ا ن ط - وفي ب ، د : ا ر ح

(٦) ب : يطلع

(٧) د : وهو يتوسط

(٨) ف : مقارنته

(*) *) تعيين نقطتي البروج ومعدل النهار اللتان تطلعان أو تغربان مع الكوكب

في شكل (١٢٤) ا ب ا د نصف النهار ، ا هـ المعدل وقطبه ر ، ب هـ د الأفق . وليكن الكوكب عند الشروق عند نقطة ح ونصل ر ح ليقابل المعدل في ط وهي التي تسمى درجه مر الكوكب في وسط السماء لأنها تكون على نصف النهار هي والكوكب ح في نفس اللحظة . والمطلوب الآن تعيين نقطة هـ وهي نقطة على معدل النهار تشرق مع الكوكب ح .

في الشكل القطاع الكرى ا ب ح ر الذي فيه ر ا = ر ط = ا هـ = ب هـ = ٩٠ . يمكننا تطبيق

$$\text{نظرية (١٠)} \quad \therefore \frac{\text{ح ا ر ا}}{\text{ح ا ر ب}} = \frac{\text{ح ا ر ط}}{\text{ح ا ح ط}} \times \frac{\text{ح ا ح ب}}{\text{ح ا ح ا}}$$

لكن ر ا = ٩٠ ، ر ب = ارتفاع القطب = عرض المكان ، ر ط = ٩٠ ،

ح ط = ميل الكوكب معلوم ،

ب هـ = ٩٠ . يمكن معرفة ا هـ

$$\text{وبتطبيق نظرية (١١)} \quad \therefore \frac{\text{ح ا ح ط}}{\text{ح ا ط ا}} = \frac{\text{ح ا ح ب}}{\text{ح ا ح ا}} \times \frac{\text{ح ا ب ا}}{\text{ح ا ا ر}}$$

حيث ا هـ قد علمناه من نظرية (١٠) ، ح ب = ٩٠ - ا هـ

، ب ا = ٩٠ - ر ب = ٩٠ - عرض المكان

ا ر = ٩٠ . يمكن معرفة ا ط

لكن نقطة ط معلومة . يمكن معرفة نقطة هـ المطلوبة وهي نقطة معدل النهار التي تطلع مع

الكوكب ومنها نعرف نقطة البروج التي تطلع معها .

وبمثل ماسبق يمكن تعيين النقطتين اللتان تغربان مع الكوكب

فصل

فى ظهور الكواكب الثابتة للرؤية واختفائها عنها^(١)

ثم شرع فى بيان ظهور الكواكب الثابتة للرؤية واستسرارها قال ولما كان هذا يختلف بثلاثة أشياء بأعظام الكواكب وبعرضها^(٢) من منطقة البروج وبميل البروج^(٣) على الأفق لم يمكن أن يحكم فيها حكما كليا بطريق الخطوط فإنها كلما كانت أصغر خفيت أشد وكلما كان العرض أقل خفيت أشد لدخولها فى دائرة الشعاع وإن فوضنا ذلك متشابهها ثم كان فى بعضها مثل البروج على الأفق أشد كانت^(٤) أخفى لصغر^(٥) الزاوية الحادثة من الأفق والبروج وقال فإذا كان الأمر على هذا وجب أن يرصد^(٦) فى كل كوكب على أنه كم بعد^(٧) عن الأرض من الشمس^(٨) وهى تحت الأرض ترى وهذا البعد قطعة قوس من القوس القائمة على الأفق وهى الارتفاعية فإذا علم ذلك حسب فى ميل ميل^(٩) وعرض عرض ونظر هل^(١٠) القوس الارتفاعية كذلك والكوكب هو بذلك المقدار^(١١) أو أكثر منه أو^(١٢) أصغر على أن ذلك أيضا^(١٣) لا يكفى فى كل إقليم بل يحتاج فى كل إقليم^(١٤) إلى رصد جديد لاختلاف أهوية العروض فى الكثافة واللطافة ثم حاول أن يبين أنه كيف يستخرج قوس الارتفاع للشمس وقوس انخفاضها^(١٥) إذا كان الطالع معلوما

(١) [فصل فى ظهور الكواكب الثابتة للرؤية واختفائها عنها] : غير موجود فى ب ، د

(٢) ب : بعروضها

(٣) ب : الدرجة

(٤) سا : كان

(٥) سا : لتصغر - وفى د : لتضع

(٦) سا : يرصد

(٧) ف : بعدا

(٨) ب : من الشمس عن الأرض - وفى سا ، د : للشمس من الأرض

(٩) سا : مثل مثل

(١٠) سا : هذا

(١١) سا ، د : القدر

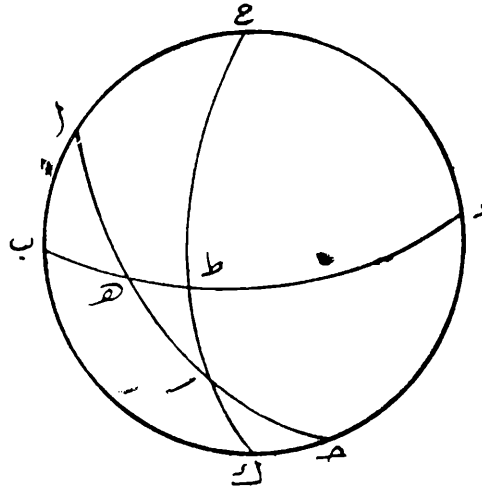
(١٢) ف : فى الهامش

(١٣) سا : غير موجود

(١٤) [بل يحتاج فى كل إقليم] : غير موجود فى د

(١٥) سا : انخفاضها

فليكن دائرة (١) أب جد (٢) لتتصف النهار ر و : ب هـ د (٣) للأفق (٤)
و : ا هـ ر ج (٥) من البروج و : ر جزء (٦) الشمس (٧) و : ر هـ
معلوم لأن الطالع معلوم (٨) وتخرج (٩) نصف دائرة ك ر ط ح (١٠)
تمر بسمت الرأس وبالشمس ويطلب ر ط ف : ر ط معلوم لأن نسبة جيب ر ط
المجهول إلى جيب ط ح المعلوم لأنه تسعون (١١) لأنه من الأفق إلى قطب الأفق



شكل (١٢٥)

الأعلى (١٢) أعنى سمت الرأس (١٣) مؤلفة من نسبة جيب هـ ر المعلوم إلى جيب

-
- (١) سا ، د : غير موجود
 - (٢) سا ، د : د ا ب
 - (٣) ف : و : ب هـ ر
 - (٤) سا ، د : الأفق
 - (٥) سا ، د : و : ح د هـ
 - (٦) سا : و : ر ح ر
 - (٧) سا : الشمس
 - (٨) د : غير موجود
 - (٩) سا ، د : غير موجود
 - (١٠) ف : ل ر ط ح
 - (١١) ب ، سا ، د : تسعين - وفى د : [لأنه تسعين] مكررة
 - (١٢) سا ، د : الأسفل
 - (١٣) سا ، د : الرجل

هـ أ المعلوم لأنه يقابل ج المعلوم وأنه درجة وسط السماء ويعلم مع علم الطالع ومن (١)
نسبة جيب ب أ (٢) المعلوم إلى جيب (٣) ب ح المعلوم ثم بين أنه إذا كان
ر ط (٤) معلوماً ثم كان اختلاف الأهوية لا يوجب اختلافاً فإنه يمكن أن نستخرج
قوس ر هـ في كل إقليم أنه كم يكون وذلك بين بهذه الطريقة (٥) لأن
نسبة جيب ر ط المعلوم إلى جيب ط ح المعلوم مؤلفة من نسبة جيب ر هـ المجهول إلى
جيب هـ أ المعلوم ومن نسبة (٦) جيب ب أ (٧) المعلوم لأنه غاية انخفاض درجة
معلومة إلى جيب (٨) ب ح (٩) المعلوم (*) وإذا عرف في الظهور عرف في الاستسار
وعرف حال جهة المغرب ثم اعتذر بطليموس في اقتصراره على إعطاء القانون وترك
البسيط (١٠) إذا كان ذلك أمراً كثيراً الانتشار لكثرة الكواكب الثابتة ولتغيير (١١)

(١) سا ، د : و

(٢) سا : ر ا

(٣) سا ، د : غير موجود

(٤) ف : ب ط

(٥) سا ، د : بهذا الطريق

(٦) [من نسبة] : غير موجود في سا ، د

(٧) سا : ر ا

(٨) ب : بين السطرين

(٩) ف : ر ح

(١٠) تعيين ارتفاع الشمس أو انخفاضها بمعرفة الطالع (نقطة البروج الطامة)

في شكل (١٢٥) ا ب ح د نصف النهار ، ب هـ د الأفق ونقطة ح سمت الرأس ، ا هـ ر ح
البروج حيث ر الشمس ، هـ الطالع والمطلوب ر ط بعد الشمس عن الأفق من معرفة الطالع هـ
ودرجة الشمس ر . في الشكل القطاع الكرى ح ر هـ ب ح ومن نظرية (١٠) نجد

$$\frac{\text{ح ا ر ط}}{\text{ح ا ط ح}} = \frac{\text{ح ا ر هـ}}{\text{ح ا هـ ا}} \times \frac{\text{ح ا ب ا}}{\text{ح ا ب ح}} \text{ حيث } \text{ط ح} = ٩٠ ، \text{ ر هـ} = \text{البعد بين}$$

الشمس والطالع معلوم ، ا هـ = البعد بين الطالع وبين وسط السماء معلوم ، ب ا = ارتفاع
وسط السماء معلوم ، ب ح = ٩٠

∴ يمكن معرفة ر ط وهو المطلوب

ومن نفس القانون يمكن عمل العكس أي إذا عرفنا ر ط يصبح ر هـ معلوماً

(١٠) سا : وتركه البسط - وهنا ينتهي سياق الكلام في المخطوط ف في آخر ص ٣٣٠ وتكملت

أول ص ٣٣٢

(١١) ف : ولتغير - وفي سا : ويعتبر - وفي د : وتعتبر

الميل (١) في إقليم إقليم وتعلم (٢) رصد الوقت الذي فيه لا قبله ولا بعده يتلحق (٣)
في الظهور والاستمرار ولنغاه الكواكب الثابتة عن أطوارها ولكن (٤) المأخذ فيه
تقريبا بعدا عن التحديد .

تمت المقالة الثامنة بحمد الله تعالى ومنه (٥)

(١) ما : المنزل

(٢) ما : وبعد

(٣) د : ويتلحق

(٤) د : ولكن

(٥) [تمت المقالة الثامنة بحمد الله تعالى ومنه] : غير موجود في ب - وفي ما : [تمت

المقالتان السابعة والثامنة من المخطوط والله الحمد على مزيهه] - وفي د : [تمت المقالتان السابعة
والثامنة بحمد الله وحسن توفيقه]

المفالات التاسعة والعاشرة والحادية عشر^(١)

في جوامع أمور الكواكب المتحيرة

(١) سا : [المقالة التاسعة من كتاب المجسطى وفيها العاشرة والحادية عشرة] - وفي د : غير

المقالات التاسعة والعاشره والحادية عشره

فصل

في مراتب أكر الكواكب السبعة (١)

قال إن الأوائل اتفقوا على أن أكر (٢) الكواكب (٣) المتحيرة دون الثابتة وفوق القمر إذ كانت الثوابت تنكسف (٤) بالكل (٥) وكان القمر يكسف الكل واتفقوا أيضا (٦) على (٧) أنها (٨) هي فوق الشمس (٩) وأما كرة الزهرة وكرة عطارد فإن الأقدمين رتبوها تحت كرة الشمس وبعض من تأخر (١٠) عنهم رتبهما فوق كرة الشمس أيضا إذ لم يجدوها (١١) تكسفان (١٢) الشمس وهذا غير واجب فإنه يجوز أن لا يكون مجازها (١٣) تحت الشمس في السطح الذي يمر (١٤) بأبصارنا ومركز الشمس ومع ذلك (١٥) تكون تحت كرة الشمس ولا تكسفان (١٦) الشمس كما يكون في أكثر اجتماعات الشمس مع القمر أقول لاني رأيت الزهرة كخال وشامة في صفحة الشمس .

(١) [في جوامع امور الكواكب المتحيرة - فصل في مراتب اكر الكواكب السبعة] : غير

موجود في سا : د

(٢) د : اكثر

(٣) سا ، د : غير موجود

(٤) سا : تكسفه - وفي د : تكسف

(٥) د : الكل

(٦) د : انها أيضا

(٧) سا : غير موجود

(٨) [على أنها] : غير موجود في د

(٩) سا : السماء

(١٠) د : تأخره

(١١) ف : يجدها - وفي سا ، د : يجدها

(١٢) ف : يكسفان - في سا ، د : تكسف

(١٣) سا : مجازها - وفي د : مجازها

(١٤) ف : يمر

(١٥) سا : هذا

(١٦) سا ، د : تكسف

فصل

في الأصول التي يعمل عليها في الكواكب الخمسة (١)

ثم أخذ يوطئ الأصول لأمر المتحيرة ويشير إلى عسر الأمر في معرفتها لأن لكل واحد اختلافا بحسب أجزاء فلك البروج واختلافا (٢) آخر بحسب تشكيلاته من (٣) الشمس مثل الظهور والاختفاء والمقابلة (٤) والمقارنة وغير ذلك على ما يتبين وهي مختلطة اختلاطا شديدا ولا يتساوى مدد عوداتها ويعسر تلخيص بعضها عن بعض والأرصاء المتقدمة تقصر في (٥) ذلك لأنها مبنية على الجليل والقريبة (٦) قصيرة مدة الزمان الذي في مثله يظهر الحق وجملة تلك الأرصاد قريبة العهد غير بعيدة المدة ولأنها (٧) مبنية على - الظهورات والوقوفات عن الرجوع والوقوف لا يحد زمانه فإنه يبقى مدة طويلة (٨) على حالة واحدة عند الحس ويختلف الحس بحسب الأهوية ويعسر رصدها بالقياس إلى الكواكب الثابتة لأن الخطوط الواصلة بينها لا يجب دائما أن تفعل عند دائرة الأفق (٩) زوايا قائمة بل قد تفعل حادة ومنفرجة (١٠) فيعسر الحساب ويختلف ولأن البعد الواحد بينها (١١) يرى عند الأفق أعظم وفي وسط السماء أصغر ولهذا اقتصر أبرخس في أمر المتحيرة على وضع الأرصاد (١٢) دون أن يحكم بشيء غير (١٣) ذلك إذ كانت الأرصاد المدونة في عصره غير بالغة مبلغ الكفاية في الكواكب المتحيرة وكانت بالغة في النيرين مبلغ التنبيه (١٤) والتطريق (١٥) إلى الحكم

(١) [فصل في الأصول التي يعمل عليها في الكواكب الخمسة] : غير موجود في سا ، د

(٢) سا : واحلافا (٣) سا ، د : إلى

(٤) د : المقلبله

(٥) سا : عن

(٦) ف : والقريته

(٧) سا : لأنها

(٨) سا ، د : واحدة

(٩) ب : البروج - وبين السطرين (الأفق)

(١٠) ف : منفرجة

(١١) د : بينها

(١٢) سا : غير موجود

(١٣) ف : في الهامش - وفي سا : غير واضح

(١٤) ب : غير واضح

(١٥) ب : فبطرق

فى أمر النيرين محبة منه للحق ولذلك ما كان أبرخس قد يقر (١) أن المرصود مخالف (٢) لحساب أهل عصره المبني على جداول يسمونها الأبدية بل كان يقول إنه ليس يكتفى فى إدراك الحق فى هذا الباب أن يقال إن لمسير هذه الكواكب اختلافين (٣) وأن لها رجوعات (٤) غير (٥) متساوية وأن هذين الاختلافين هما من جهة خروج المركز ومن جهة فلك التدوير وإن وافق المركز من (٦) جهة اختلاطها فضلا عن اختلاف (٧) واحد ورجوعات متساوية بل يجب أن يبلغ فى كمية ذلك وتقديره (٨) مبلغا يطابق الحساب فيه المشاهدة قال (٩) وقد حُدس أمر الاختلافات (١٠) وأمر الرجوعات غير (١١) المتساوية قوم ممن رام أن يحفظ الحركة المستديرة على الاستواء ورسموا (١٢) الحلول الذى يسمونه الأبدى إلا أن ذلك وضع بلا برهان ومع ذلك غير صحيح فإن منهم من زاغ (١٣) عن كاية (١٤) الحق ومنهم من لزم (١٥) يسيرا ثم فارقه وأبرخس (١٦) يعترف بصعوبة هذا الأمر الذى ييسر لنا قال ولم يقل ما قلناه لا فتخار (١٧) ولكن لنعذر (١٨) إذا (١٩) اضطررنا إلى استعمال أمور خارجة عن القياس مثل أن يستعمل الدوائر التى ترسمها هذه الكواكب

-
- (١) ف : غير واضح
(٢) سا : اختلافان - وفى د : اختلافات
(٣) سا : رجوعان
(٤) سا ، د : ومن
(٥) سا : الاختلاف
(٦) د : وتقدير
(٧) ف : وال
(٨) سا ، د : الاختلافين
(٩) سا ، د : الغير
(١٠) سا ، د : ورسم
(١١) ف : زاع - وفى د : راع
(١٢) د : كليته
(١٣) سا ، د : لزمه
(١٤) سا ، د : فابرخس
(١٥) ف : لا فيختار
(١٦) ف : ليعذر - [ولم يقل ما قلناه لا فتخار ولكن لنعذر] : غير موجود
فى سا ، د
(١٧) سا ، د : وأنا إذا

على أنها في سطح دائرة البروج ولها بالحقيقة عرض وأن (١) يضع أشياء وضعها (٢) كأنها أوائل فلا (٣) تكون (٤) بينة (٥) في أول الأمر لكن الامتحان الكثير والمطابقة (٦) المتواترة صحيحها (٧) لنا (٨) إذ كنا أطعنا الأرصاد فوضعنا أولاً وضعها أن الحركات تجري عليها ولما (٩) جريت وامتحن مراراً (١٠) كثيرة وأجرى عليها أمر الحساب لم يختلف (١١) واعتمدنا في ذلك أرصادا بعيدة عن الشك والشبهة وكانت بآلات من ذوات الحلقي مستقصاة الحلقة والصنعة (١٢) والقويم وكان الرصد بالقياس إلى الكواكب الثابتة مقارنة أو ملاصقة شديدة تخرجت (١٣) العودات للكواكب على ما ذكر أبرخس تطابق ما صحيحناه (١٤) بالامتحان وسنوضح الطريق إليه بعد .

فصل

في عودات أدوار (١٥) الكواكب الخمسة (١٦)

وبالحملة أقول إنهم (١٧) قد (١٨) وجلوا وسط الكوكب واختلافه (١٩) في الثلاثة العلوية مساويا (٢٠) لوسط الشمس وفي السفليين كل كوكب فوسطه مساو والوسط الشمس (٢١)

(١) سا ، د : أو أن

(٣) ف ، د : ولا

(٥) سا ، د : بينة

(٧) سا ، د : صحيحها

(٩) سا ، د : لما

(١٠) سا : مراكزا

(١١) سا : تخلف

(١٢) سا : والصعة

(١٣) ف : تخرجت - وهنا ينتهي سياق الكلام في المخطوط ف في سطر ٢٣ ص ١٨٣ وتكملة

من سطر ٢٣ ص ١٨٤

(١٤) سا : ما صحيحها

(١٥) ف : في الهامش

(١٦) (فصل في عودات أدوار الكواكب الخمسة) : غير موجود في سا ، د

(١٧) سا : غير موجود

(١٨) سا : وقد

(١٩) د : الكواكب

(٢٠) سا ، د : مساويه

(٢١) (وفي السفليين كل كوكب فوسطه مساو لوسط الشمس) : في هامش ف

ولأنما يبعد عنها (١) بغاية فضل الاختلاف تارة من جهة المشرق مستقيماً (٢) وتارة من جهة المغرب راجعاً (٣) وأما السبيل الذي توصلوا منه إلى معرفة الاختلاف لهذه (٤) الكواكب فمنه مشترك لخمسة (٥) لها أحوالاً مشتركة من ظهورات واستسارات (٦) ورجوعات ووقوفات واستقامات ومقاطرات (٧) مع الشمس ولها (٨) اختلافان أحدهما بالقياس إلى الشمس فإن هذه الكواكب إذا كانت عند حال (٩) ما في ابتدائها أعني حال ظهور أو استسار (١٠) أو حال وقوف أو رجوع أو استقامة (١١) كان لها بعداً من الشمس وفي العلوية مناظرة (١٢) . فإذا عادت (١٣) إلى تلك الحال كان (١٤) في مثل ذلك الزمان لها (١٥) مثل ذلك البعد بعينه في جليل الأمر إن كان بعد . والعلوية (١٦) تعود (١٧) إلى تلك المناظرة (١٨) في مثل ذلك الزمان فإذا رصد ذلك في تغير آخر في تلك القوس بعينها وتلك الأجزاء وجد التشكل (١٩) واحداً بعينه إلا ما توقع

(١) سا ، د : عنه

(٢) سا ، د : ومستقيمه

(٣) د : راجعة فوجدوا - وفي سا : فوجدوا - وفي هامش ب : فوجدوا

(٤) سا ، د : الاختلافات

(٥) ف : فإن

(٦) سا ، د : واستسارات

(٧) سا ، د : ومناظرات

(٨) سا ، د : ولها كلها - وفي هامش ب : كلها

(٩) سا : حد حال - وفي ب : حد وبين السطرين حال

(١٠) سا ، د : استسار

(١١) سا ، د : إقامة

(١٢) د : مقاطرة

(١٣) د : عددت

(١٤) سا : غير موجودة

(١٥) سا : غير موجودة

(١٦) سا ، د : وفي العلوية

(١٧) سا : يعود

(١٨) د : المقاطرة

(١٩) سا : التشكك

من (١) تغييره (٢) لأزمة (٣) بعيدة فان تؤمل ذلك في قسى أخرى كان الأمر كذلك إذا أخذ (٤) واحد (٥) في آخر وهو أن مقابل (٦) نقصان (٧) يقع بزيادة يقع ولكن (٨) يوجد له فيما بين الابتداء والعود (٩) إلى مثل ذلك التغير (١٠) حال سرعة وإبطاء وتوسط فوجد الزمان الذى من أسرع الحركة إلى الوسطى أعظم من الزمان الذى من الوسطى إلى أبطأ (١١) الحركة وهذا لا يمكن إلا أن يكون على فلك تدوير والكوكب يتحرك في أعلى تدويره إلى المشرق أو خارج مركز (١٢) يتحرك مع الكوكب إلى المشرق وفي القسم الثانى لا يمكن رجوع وقد وجد رجوع فبقى أن يكون على أصل تدوير قد تم فيه عودة تدويرية (١٣) إذ قد استوفت (١٤) الأحوال الأربعة من سرعة وبطء وتوسطين وإذا (١٥) كان ذلك في أجزاء بأعيانها من البروج لا يوجب تعديلا فليس إلا لأن العودة في التدوير قد تمت فهذا اختلاف مفرد يتم فيه للكوكب (١٦) دورة اختلاف ولمركز تدويره قطع قوس وللشمس دورة ومثل تلك القوس والاختلاف الثانى بالقياس إلى فلك البروج ونحو أنه قد كان يرصد الكوكب وهو في ابتداء حالة من الاستقامة والرجوع والإبطاء والإقامة والسرعة فتحصل درجته ثم تحصل درجته وقد (١٧) عاد إلى مثل تلك الحال حتى يكون قد عاد إلى وسطه وتمت دورته في الاختلاف ثم

-
- (١) ف : في الهامش
(٢) سا : د : تغير
(٣) ف : بأزمته
(٤) سا ، د : أخذت
(٥) د : واحدا
(٦) سا ، د : يقابل
(٧) د : نقصانا
(٨) سا : ولكنه
(٩) سا : والعود والعود
(١٠) ف : التغير
(١١) ف ، سا : إبطاء
(١٢) د : ومركز
(١٣) سا : تدويرته
(١٤) د : استوفيت
(١٥) ف : فإذا
(١٦) د : الكوكب
(١٧) سا ، د : غير موجود

يرصد (١) مثل ذلك في القوس التي تلي القوس الأولى (٢) من فلك البروج فوجد القسي مختلفة في الصغر (٣) والكبر ولا تكون متساوية تساويها لو كان التدوير على حامل موافق (٤) المركز ويوجد اختلافها في الصغر والكبر يبتدىء من حدود فيزداد ويزداد (٥) ثم يقف ثم يتناقص ثم يعود ووجدوا ذلك على نظام واحد وإن اعتبروه في أجزاء بعينها من البروج لكنهم وجدوا الزمان (٦) من أسرع الحركة إلى الحركة الوسطى أصغر من الزمان الذي من الوسطى (٧) إلى العظمى وكان هذا إنما يمكن على أحد أصلي التدوير أو خروج المركز (٨) لانهالة وكان أصل التدوير قد اختص بالاختلاف الأول فبقى لهذا الاختلاف أصل الخروج ولما وجدوا الكواكب العلوية إذا عادت إلى ابتداء تغيرات (٩) أحوالها عادت إلى تشكاتها من الشمس فإن لم تعد بالمعدل عادت (١٠) بالوسط ولا تختلف إذا رصدت في أجزاء بعينها من فلك البروج فعلموا أنها إنما سارت في تلك المدة من البروج القوس الرادة إلى مثل انشكل الأول والشمس دارت دورة مثل (١١) تلك القوس فتكون الشمس قد دارت بوسطها (١٢) في فلكها دورة وقوسا والكواكب (١٣) قد (١٤) دارت (١٥) في اختلافها دورة وعادت وسار مركز تدويرها تلك القوس فيكون وسط الشمس مساويا لوسط الكوكب واختلافه ولأن تلك القسي تعلم بالرصد فيكون إذن (١٦) وسط الكوكب

-
- (١) سا : رصد
(٢) د : الأول
(٣) سا : الصغير
(٤) سا : من أفق
(٥) سا : غير موجود
(٦) سا : بين السطرين
(٧) سا ، د : الوسط
(٨) سا ، د : مركز
(٩) ف ، ف : تغيرت - وفي د : فقرات
(١٠) ف ، ف : وعادت
(١١) د : ومثل
(١٢) د : توسطها
(١٣) د : والكوكب
(١٤) ف ، سا ، د : غير موجود
(١٥) د : غير موجود
(١٦) سا ، إذ

معلوما وهو ما بين الزائد والناقص وأيضا هو ما تنقسم إليه أيام المدة على عدد العودات للأحوال مبسوطا أجزاء وبقي (١) اختلافه وهو دورة واحدة في مدة عودة فيها وأما السفليان فلم يكونا يبعدان عن وسط الشمس إلا بمقدار (٢) غاية التعديل (٣) في الجهتين فعلم أن وسطها (٤) مساو لوسط الشمس وأن (٥) اختلافهما بقدر المدة التي يعودان (٦) فيها (٧) إلى حالهما (٨) من الرجوع (٩) والوقوف ومن (١٠) الظهور والاستقامة وبالجملة (١١) غاية (١٢) البعد عن الشمس والعود إلى مثله في تلك (١٣) الدرج بأعيانها وهذا بالجليل من النظر ووجدوا زحل (١٤) يستكمل في الاختلاف سبعا (١٥) وخمسين دورة في سبع (١٦) وخمسين سنة شمسية ويوم ونصف وربع يوم (١٧) يبقى لوسطه دورتان وجزء واحد وثلاثا (١٨) جزء وجزء (١٩) وجزء من ك فيكون (٢٠) المسيران مساويين (٢١) لمسير الشمس والمشتري في (٢٢) ٧١ سنة إلا أربعة أيام ونصفا (٢٣) وثلاثا (٢٤) وجزء (٢٥) من

-
- (١) سا ، د : ويبقى
(٢) د : ولتعديل
(٣) د : وإن وإن
(٤) سا ، د : فيه
(٥) د : إلى حاله - وفي سا : من الرجوع وفوقها كلمة مؤخر
(٦) سا : إلى حاله وفوقها كلمة مقدم
(٧) د : من
(٨) ف : وما بجملة - وفي سا : أو بالجملة
(٩) سا : غاية ويكون - وفي هامش ه : ويكون
(١٠) ف : في الهامش
(١١) سا : الزحل - وفي د : لزحل
(١٢) سا : تسع - في د : تسعة
(١٣) (١٧) [ويوم ونصف وربع يوم] : غير موجود في ف ، سا ، د
(١٤) ه : وثلاثي
(١٥) (١٩) [وجزء واحد وثلاثا جزء] : غير موجود في سا ، د
(١٦) (٢٠) سا ، د : ليكون
(١٧) (٢١) سا ، د : مساوية
(١٨) (٢٢) سا ، د : ما
(١٩) (٢٣) ه ، سا ، د : ونصف
(٢٠) (٢٤) ه ، سا ، د : وثلاث
(٢١) (٢٥) ف : جزئا - وفي سا ، د : وجزء

١٤ جزء (١) من يوم خمسا وستين دورة (٢) في الاختلاف يبقى (٣) الوسط (٤) بالعودات إلى المنقلبين ستة أدوار إلا أربعة أجزاء ونصفا وثلاثا (٥) والمريخ (٦) سبعا وثلاثين دورة في تسع وسبعين سنة شمسية وثلاثة أيام وسدس وجزء من ٢٥ (٧) من يوم فيبقى (٨) للوسط (٩) اثنتان (١٠) وأربعون دورة وثلاثة أجزاء وعشر (١١) دقائق ثم وجدوا عودة الزهرة في الاختلاف تستكمل خمسين منها في ثمانى (١٢) سنين (١٣) إلا يومين وربعا وجزءا (١٤) من عشرين جزءا (١٥) من يوم ولعطارد مائة وخمسا (١٦) وأربعين دورة (١٧) في ست وأربعين سنة ويوم واحد (١٨) وجزء من ٣٥ (١٩) من يوم (٢٠) وأما وسطهما فمثل أدوار الشمس بالوسط بسطوا (٢١) أزمان (٢٢) العودات في الوسط والاختلاف سنين (٢٣) وشهورا وأياما (٢٤)

(١) ف : من ٤ أجزاء - وفي سا . د : من خمسة عشر

(٢) د : ودورة

(٣) د : ويبقى

(٤) سا ، د : للوسط

(٥) ف : وثلاث - وفي سا ، د : وربيع

(٦) سا ، د : والمريخ

(٧) سا ، د : عشرين

(٨) سا ، د : يبقى

(٩) سا : وسطه - وفي د : وسط

(١٠) ف ، سا ، د : اثنتان

(١١) ف : وعشرة

(١٢) ف ، سا ، د : ثمان

(١٣) سا ، د : وستين

(١٤) سا : وربيع جزء

(١٥) سا ، د : غير موجود

(١٦) سا ، د : وخمسة

(١٧) سا ، د : غير موجود

(١٨) سا ، د : غير موجود

(١٩) سا ، د : ثلاثين

(٢٠) [من يوم] : غير موجود في سا ، د

(٢١) سا : توسطوا

(٢٢) ف ، د : زمان

(٢٣) سا : سنينا

(٢٤) سا : وأيام

وساعات وأجزائها وكان^(١) هذا بالمنظر^(٢) الجليل مبني^(٣) على اختلاف واحد^(٤) فقط ورسوموا لذلك جداول لكل كوكب الأول من الجداول للسنين المجموعة والثاني^(٥) للأجزاء^(٦) في الطول^(٧) ويتصل به في العرض الثالث^(٨) لأجزاء الاختلاف ثم رسم^(٩) جدولا للسنين المفردة على قياس ذلك في ثمانية عشر^(١٠) سطرا ورسم خلفه جدولا للساعات ثم جدولا^(١١) للشهور ثم للأيام .

فصل

فيما يحتاج إلى تقديمه في أمر الأصول

التي يعمل عليها في الكواكب الخمسة^(١٢)

فلما وضع هذه الأشياء وضعنا على الجليل^(١٣) من الأمر^(١٤) قال^(١٥) إنا نجد للكواكب المتحيرة على ما مضى ذكره اختلافين^(١٦) أحدهما بالقياس إلى الشمس وهو أشكالها^(١٧) عند الشمس بحسب المقاطرات^(١٨) والظهور والاختفاء

(١) سا : فكان

(٢) سا ، د : بالنظر

(٣) ف ، ف : مبني

(٤) سا ، د : في السنين

(٥) سا ، د : غير موجودة

(٦) سا ، د : لأجزاء

(٧) سا ، د : غير موجود

(٨) سا ، د : غير موجود

(٩) سا : رسما

(١٠) سا : يح - وفي د : لح

(١١) د : جداول

(١٢) [فصل فيما يحتاج إلى تقديمه في أمر الأصول التي يعمل عليها في الكواكب الخمسة] : غير

موجود في سا ، د

(١٣) سا ، د : الأمر الجليل

(١٤) (من الأمر) : غير موجود في سا ، د

(١٥) سا ، د : فقال

(١٦) سا ، د : لاختلافان

(١٧) سا ، د : أشكاله

(١٨) سا ، د : المناظرات

والوقوف والرجوع ويحدث كل واحد من هذه الأحوال للكوكب (١) العلوى مع الشمس شكلاً (٢) ما من (٣) تماثلة وتسديس وتربيع وتثليث وغير ذلك والآخر (٤) بالقياس إلى أجزاء فلك البروج أما (٥) الأول فأن يرصد الكوكب وهو على ابتداء تغير حال ما من الوقوف والظهور والرجوع والاستمرار (٦) وغير ذلك وتحصل (٧) من (٨) جهة موضع الشمس ويحصل (٩) من (١٠) البعد بينها درجة الكوكب ثم تحصل المدة بين كل حال (١١) ويحصل جزؤه (١٢) من البروج بتحصيل البعد بينه وبين الشمس ثم إذا عاود (١٣) إلى حاله في الرصد الأول عندما يرصده من رأس (١٤) نفعل ذلك ما أمكننا (١٥) ولما رصدنا هذا الرصد الأول وأحكمنا الأرصاد واعتبرناها وتعرفنا نتائجها على ما نذكر (١٦) صح أن سطح (١٧) الفلك الخارج المركز في (١٨) المتحيرة غير ساكن بل متحرك مثل (١٩) حركة الثوابت (٢٠) كل مائة سنة درجة واحدة حول مركز البروج

(١) سا ، د : للكواكب

(٢) سا ، د : شكل

(٣) د : بين

(٤) سا : بحسب - وفي د : والآخر بحسب

(٥) سا : وأما - وفي د : فأما

(٦) سا ، د : والاستمرار

(٧) سا : مكررة

(٨) ف : غير موجود - وفي هـ : بين السطرين

(٩) سا : وتحصيل

(١٠) سا ، د : غير موجود

(١١) سا : واحد

(١٢) هـ ، ف : جزء

(١٣) سا ، د : هاد

(١٤) سا ، د : الرأس

(١٥) سا ، د : ما أمكن

(١٦) سا : ما يذكر

(١٧) سا : غير موجود

(١٨) سا : من

(١٩) سا : منذ

(٢٠) سا : الكواكب الثابتة

ولذلك لا تكون أبعاد الأوج والحضيض عن النقط الأربع (١) ثابتة (٢) بل متغيرة (٣) منتقاة بانتقال هذا السطح وصح أيضا أن مركز فلك التدوير ليس يتحرك حركاته (٤) المستوية (٥) أعنى القاطعة (٦) في أزمان سواء قسيا سواء والفاعلة في أزمان سواء زوايا عند المركز سواء (٧) تحركا يكون بالقياس إلى الخارج المركز الحامل له بل (٨) بالقياس (٩) إلى فلك آخر خارج المركز غير (١٠) هذا الفلك الحامل ومساويا له وليس مركز التدوير عليه ولكن الزوايا التي نفعلها عند مركزه (١١) في أزمنة سواء تكون سواء وقسى تلك الزوايا قسيا سواء ويسمى الفلك المعدل للمسير ووجد (١٢) مركز المعدل على الخط المار بالأوج والحضيض ولو وقع خارجا عنه لكان زمان مسير التدوير من (١٣) أوج الحامل إلى حضيضه في جهة المركز أعظم من الزمان الذي من الحضيض إلى الأوج إذ مجموع الزوايا الواقعة في جهة المركز يكون أكبر (١٤) ووجد (١٥) مركز (١٦) الحامل (١٧) فيما خلا عطارد واقعا على منتصف الخط الذي بين مركز المعدل (١٨) ومركز البروج وأما في عطارد فخارجا عن المركزين إلى الأوج بينه وبين مركز

(١) سا : الأول

(٢) سا : ثوابت

(٣) د : متغير

(٤) سا : حركته

(٥) د : المنسوبة

(٦) سا ، د : المقاطعة

(٧) هـ : في الهامش

(٨) سا : غير موجود

(٩) ف : القياس

(١٠) سا : عن

(١١) هـ : مركز هـ

(١٢) سا : ووجدوا

(١٣) سا ، د : هل

(١٤) سا : أكثر

(١٥) سا : ووجدوا

(١٦) في هامش هـ : فيه خلل

(١٧) سا ، د : المعدل - وفي هـ : المعدل وبين السطرين (الحامل)

(١٨) سا ، د : الحامل - وفي ب : الحامل وبين السطرين (المعدل)

المعدل (١) نصف ما بين مركز (٢) للحامل (٣) والبروج بالتقريب ووجد سطح الفلك الحامل (٤) لعطارد ينتقل إلى المغرب في كل سنة دورة واحدة فينقل الأوج والحضيض ولذلك (٥) يوجد مركز التدوير على حضيضه مرتين في السنة (٦) كما للقمر مرتين في الشهر على (٧) ما تزيده شرحا وسوف يبين بعد أن سطح الفلك الحامل مائل على سطح البروج وأن سطح التدوير مائل عن سطح الخارج (٨) إلا أنا نفرضه في هذا الوقت (٩) كأن السطحين جميعا في سطح فلك البروج لأن التفاوت الذي يقع بين الأمرين في الحساب قريب جدا كما بينه وفي (١٠) مراعاة هذا الميول (١١) صعوبة وتطويل في (١٢) الحساب (١٣) مع قلة غناء (١٤) ونزارة وتفاوت (*) .

(١) ♀ . الحامل وبين السطرين (المعدل)
(٢) [المعدل ومركز البروج وأما في عطارد فخارجا عن المركزين إلى الأوج بينه وبين مركز المعدل نصف ما بين مركز] : غير موجود في سا - وفي د : [المعدل نصف ما بين مركز] غير موجود

(٣) ♀ : الحامل وبين السطرين المعدل
(٤) سا ، د ، : الخارج المركز - وفي ♀ : الخارج وبين السطرين (الحامل)
(٥) ♀ ، سا : فلذلك
(٦) سا : ليست
(٧) سا ، د : وعلى
(٨) د : الخارج المركز
(٩) سا : غير موجود
(١٠) د : في
(١١) سا : المثل
(١٢) سا ، د : غير موجود
(١٣) سا ، د : حساب
(١٤) ف ، سا : غناء
(*) حركات الكواكب :

وضع القدماء أنظمة لحركات الكواكب تختلف عما وضعوه لحركات الشمس والقمر وذلك لمسايرة أرسطاهم لتلك الكواكب . وقد توصلوا في هذا الصدد إلى نظام واحد يشمل الكواكب الأربعة الزهرة والمريخ والمشتري وزحل ونظاماً آخر ينفرد به كوكب عطارد وذلك بفرض جميع المجارات واقعة في مستوى البروج

نظام الكواكب الأربعة :

١ - يتحرك مركز التدوير على دائرة تسمى الحامل

فصل

في أصناف الأصول التي يعمل عليها وفصولها (١)

وقد رسم بطليموس شكلين أحدهما لحيثة أفلاك الأربعة والثاني لعطارد يفهم منها (٢) ما قال ونحن (٣) طرحناها استغناء بما أوضحناه (٤) جملة ثم بين أن الكوكب إذا اتفق لها تعديلان من جنبتى الأوج على قوسين متساويتي (٥) البعد منه بالوسط كانا قوسين متساويتين (٦) سواء كان تعديلا مفردا أو اختلاط (٧) التعديلان بعد أن يكون قوسا التدوير متساويين (٨) وأن أعظم التعديل فيها (٩) متساويين (١٠) وبين ذلك في الكواكب الأربعة دون عطارد فله حكم آخر ووجه هذا الباب فيها (١١)

٢ - هذه الحركة غير منتظمة بالنسبة لمركز الحامل ولكنها منتظمة بالنسبة لمركز دائرة أخرى تسمى الفلك المعدل للمسير

٣ - دائرة الحامل تساوي دائرة المعدل

٤ - مراكز البروج والحامل والمعدل تقع على خط مستقيم بحيث يكون مركز الحامل في منتصف المسافة بين مركزي البروج والمعدل
حركات عطارد :

تشبه نظام حركات الكواكب الأربعة في أن مركز التدوير يتحرك على دائرة الحامل وأن هذه الحركة غير منتظمة بالنسبة لمركز الحامل ولكنها منتظمة بالنسبة لمركز المعدل وكذلك دائرة الحامل تساوي دائرة المعدل

أما الاختلاف بين النظامين هو أن مركز الحامل لا يقع بين مركزي البروج والمعدل وإنما يدور في دائرة صغيرة مركزها نقطة بين مركز المعدل وبين الأوج ويكون اتجاه حركته عكس حركة مركز التدوير وبسرعة مساوية له

(١) (فصل في أصناف الأصول التي يعمل عليها وفصولها) : غير موجود في سا ، د

(٢) ف : ففهم فيهما - وفي سا : فيفهم فيهما - وفي د : فيفهم فيها

(٣) ب : بين السطرين

(٤) سا : ذكرناه وأوضحناه

(٥) سا ، د : متساويين

(٦) سا ، د : متساويين

(٧) ف : خلط

(٨) ب : متساويتين وفي الهامش (متشابهتين)

(٩) سا : فيها - وفي د : فيها

(١٠) سا ، د : متساويين

(١١) ب : فيهما - وفي سا ، د : فيه

ليكن أ ب ح د للحامل (١) حول ه و قطر (٢) أ ه ح و : ر مركز البروج
و : ح مركز الخارج المعدل وليكن (٣) د ، ب بعدهما من (٤) الأوج سواء
وعليهما (٥) فلكا (٦) تدوير متساويان (٧) ولنخرج د ح إلى ك و : ب ح إلى ط
ولنصل د ر ، ب ر ونخرج ر م ، ر ل مماسين للتدويرين فأقول إن زاويتي فضل
الاختلاف الثاني وهما ح ب ر (٨) ، ح د ر (٩) متساويتان وكذلك ب ر ل ،
د ر م اللتان (١٠) لأعظم تعديل التدوير ولنخرج م ه عمود ه س (١١) على ب ح (١٢)
و : ه ن (١٣) على د ح (١٤) فلأن زاويتي أ ح د ، أ ح ب متساويتان لأنهما على
بعد من الأوج سواء وعلى مركز المعدل فيكون في (١٥) مثلثي س ح ه (١٦) ،
ن ح ه (١٧) زاويتا س ح ه ، ن ح ه (١٨) متساويتين وزاويتا س ، ن قائمتان
فمثلثا س ح ه ، ن ح ه (١٩) متشابهان متساويان (٢٠) لأن ه ح (٢١) مشترك فعمودا

(١) سا ، د : الحامل أ ب ح د

(٢) د : وقطره

(٣) ف : ونكن

(٤) سا : ا

(٥) ب ، د : عليهما

(٦) ب : بين السطرين

(٧) د : متساويين

(٨) د : ح ب ر

(٩) ف : ح ب ، ر ح ، در - وف : د ح م ر

(١٠) ب : اللتين - وف سا ، د : الذي

(١١) سا : س - وف : د : غير واضح

(١٢) سا ، د : د ح

(١٣) سا ، د : د ر

(١٤) سا ، د : د ح ب

(١٥) سا ، د : د من

(١٦) سا : س ح - وف : د : س ح ه

(١٧) سا : ه ح ر - وف : د : ه ح

(١٨) سا : ه ح - وف : د : ه ح ر

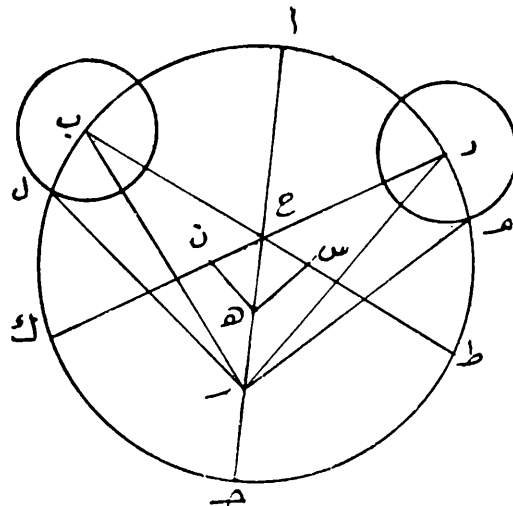
(١٩) د : ه ح ر - وف سا : (متساويتين وزاويتا س ، ن قائمتان فمثلثا س ح ه ،

ن ح ه) غير موجود

(٢٠) سا ، د : ومتساويان

(٢١) ف : ح ه

ه س ، ه ن (۱) متساویان وهما علی خطی ب ط ، د ك فخطا ب ط ، د ك
 متساویان (۲) وبصفاهما د ن ، ب س (۳) متساویان ینقص منها (۴) ح س ،
 ح ن (۵) المتساویان فیکون ب ح ، د ح متساویین (۶) و : ح ر (۷) مشرك
 وزاویتا د ح ر ، ب ح ر متساویتان (۸) ف : در ، ب ر متساویان ویلز.



شکل (۱۲۶)

آن تګون زاویتا د ، ب متساویین (۹) وأیضا خطا در ، ب ر (۱۰) وخطا دم ،
 ب ل متساویان وزاویتا ل ، م قائمتان فالثلثان وسائر الزوايا متساویات (۱۱) فزاویتا

-
- (۱) د : ه ر - وفی سا : فمرد ا ه س ، ه ن
 (۲) [وهما علی خطی ب ط ، د ك فخطا ب ط ، د ك متساویان] : فی هاشم ب
 (۳) ب : د س ، ب س
 (۴) سا ، د : یزاد علیها - وفی هاشم ب : یزاد علیها
 (۵) د : ح ر
 (۶) (فیکون ب ح ، د ح متساویین) : غیر موجود فی د
 (۷) سا : و : ح
 (۸) سا : متساویان
 (۹) ب ، د : متساویتان
 (۱۰) ف : در ، ب ذ
 (۱۱) سا : متساویان - وفی د : متساویتان

درم ، ب ر ل (١) متساويتان (*) وأما البيان الخاص لعطار د (٢) فليكن أ ب ح ع (٣)

(١) د : و ر م ، ب ر ن

(٥) إذا أخذنا نقطتين على جانبي الأوج تعلمان زاويتين متساويتين عند مركز الخارج المعدن فإن فضل الاختلاف الثاني (الزاوية التي يعملها البعد بين مركزي البروج والمعدل عند مركز التدوير) يكون واحداً عند النقطتين وكذلك أعظم تعديل التدوير أو أعظم التعديل (الزاوية عند مركز البروج بين المماس للتدوير والخط الواصل إلى مركز التدوير) .

البرهان في حالة الكواكب الأربعة (الزهرة والمريخ والمشتري وزحل) :

نفرض Γ ب د الحامل ومركزه ه وليكن مركز البروج و ومركز الخارج المعدل ح (شكل ١٢٦) .

ونفرض أن مركزي التدوير هما ب ، د على بعدين متساويين من الأوج أ أي أن Γ ب د = د ح أ والمطلوب اثبات أن :

$$\text{أولاً } \Gamma \text{ ب د} = \Gamma \text{ ح د}$$

ثانياً Γ ب د = د ر م حيث ر ل ، م ماسان للتدويرين

نمد ب د ، د ح ليقابلا محيط الحامل في ط ، ل ونزل العمودين ه س ، ه ن على

ب د ، د ح

$$\therefore \Gamma \text{ ب د} = \Gamma \text{ د ح} \text{ فرضاً ، } \Gamma \text{ ب د} = \Gamma \text{ ح د} \text{ بالتقابل بالرأس}$$

$$\therefore \Gamma \text{ ل د} = \Gamma \text{ ح د}$$

وفي المثلثين ن ح ه ، س ح ه : $\Gamma \text{ ن} = \Gamma \text{ س} = 90^\circ$ ، $\Gamma \text{ ن ح} = \text{ه س ح}$ ، ه س ح مشترك

\therefore ينطبق المثلثان ويتبع أن :

$$\text{ه ن} = \text{ه س} ، \text{ه ن} = \Gamma \text{ ح} ، \text{ه س} = \Gamma \text{ د}$$

\therefore ه ن ، ه س عمودان من مركز الدائرة على الوترين د ل ، ب ط

$$\therefore \text{د ل} = \text{ب ط} \quad \therefore \frac{\text{د ل}}{4} = \frac{\text{ب ط}}{4} \quad \text{أي د ن} = \text{ب س}$$

وبطرح ه ن من د ن ، ه س من ب س ينتج أن

$$\text{د ح} = \text{ب د}$$

والآن في المثلثين ب د ر ، د ح ر : $\text{ب د} = \text{د ح}$ ، ه ر مشترك ، $\Gamma \text{ ب د} = \Gamma \text{ د ح}$ ر

\therefore ينطبق المثلثان ويتبع أن $\Gamma \text{ ب د} = \Gamma \text{ ح د}$ وهو المطلوب أولاً

كما ينتج أيضاً من التطابق أن $\text{ب د} = \text{ح د}$

وفي المثلثين ب ر ل ، د ر م : $\text{ب ر} = \text{د ر}$ ، $\text{ب ل} = \text{د م}$ ، $\Gamma \text{ ب} = \Gamma \text{ د} = 90^\circ$

\therefore ينطبق المثلثان ويتبع أن $\Gamma \text{ ب ر} = \Gamma \text{ د م}$ وهو المطلوب ثانياً

(٢) سا ، د : بطارد .

(٣) سا : خط ا د - وفي د : خط ا ب ر .

هو القطر الذى عليه المراكز وليكن أ^(١) مركز البروج و : ب مركز المعدل و : ح مركز دائرة تدور مركز دائرة الحامل حولها ولنخرج خطى ب د ، ب ه^(٢) إلى التدويرين^(٣) على زاويتين متساويتين وخطا^(٤) ح ح ، ح ر^(٥) للدوران مركز^(٦) الحامل إلى المغرب على استواء فى السرعة ومساوية لسرعة التدوير بالقياس إلى مركز المعدل إذ عودتهما^(٧) فى سنة واحدة ومعا فتكون^(٨) زوايا^(٩) ح مساوية لزوايا ب^(١٠) وذلك لأن خطى ح ح ، ب د^(١١) كانا معا منطبقين على قطر أب ح ح^(١٢) فتحرك ح^(١٣) إلى جهة و : ب د^(١٤) إلى ضدها فأحدثا^(١٥) زاويتين^(١٦) متساويتين فزاوية دب ح^(١٧) مساوية لزاوية ح ح ح^(١٨) وليكن من ذلك الجانب مثل ذلك حتى يكون وضع فلك التدوير فى الجانبين واحدا وتكون زاوية ح ح ر^(١٩) مثل زاوية^(٢٠) ع ب ه^(٢١) فيكون^(٢٢) خطا ب د ، ح ر^(٢٣) متوازيين

(٢) د : ب ، م ، ب ، ه .

(١) سا : ا ، ب .

(٣) سا ، د : التدوير .

(٤) سا : ويكون خط وفى د : وخط .

(٥) ب : بين السطرين - وفى سا ، د : ح ح ، ر ح .

(٦) سا : من .

(٧) سا ، د : عودتها .

(٨) ف : فكون .

(٩) ف : زاويتا .

(١٠) سا : د .

(١١) ف : ح ح ، ر د - وفى د : ا ه - وفى سا : ح ل ، ا ه .

(١٢) سا ، د : ا ، ب ، ح .

(١٣) سا ، د : ح ل .

(١٤) سا ، د : ا ، ه .

(١٥) سا ، د : غير موجود .

(١٦) سا ، د : بزاويتين .

(١٧) ف : د ب ح - وفى سا ، د : ب ه ، ح .

(١٨) ب : و ح ع - وفى سا ، د : ر ح ع .

(١٩) سا ، د : ح ح ع .

(٢٠) سا ، د : غير موجود .

(٢١) ب ، سا ، د : ر ح ع .

(٢٢) ب : يكون .

(٢٣) سا ، د : ب ه ، ح ع .

و: ب ه ، ح (١) متوازيين وليكن مركز الحامل على خط ح (٢) هو ك وعلى خط (٣) ح ر هو ط ولنصل ب ك ، ب ط (٤) وأيضا ك ه ، ط د و : أ ه ، أ د ويماسا (٥) أم ، أ ل (٦) ونخرج (٧) من نقطة ح على خطي (٨) ب ه ، ب د (٩) عمودي ح ن ، ح س (١٠) ومن نقطة د على خط ح ر (١١) عمود د ر ومن ه على ح عمود ه ح ونخرج عمودي ه م ، د ل على أ م ، أ ل (١٢) فيقعان على (١٣) المناسين لا محالة وزاويتا ب ، ن من مثلث ح ب ن مساويتان لزاويتي ب ، س من مثلث ح ب س (١٤) وضمع ح ب مشترك فخطا ح س ، ح ن (١٥) متساويان بل خطا ر د ، ه ح الموازيان لهما لأن زاويتي (١٦) ح ، س من كل واحد (١٧) منها قائمة نصير كل واحدة من الأربعة التي بين متوازيين قائمة فيصير ه ح ، س ح (١٨) متوازيين وكذلك (١٩) في الجانب الآخر ونخطا (٢٠) د ط ،

-
- (١) سا : ب د ، ح ر - وفي د : ب د ، ح ر .
(٢) في هامش ب : عند الدور - وفي ما : د ح عند الدور - وفي د : د ح عند التدوير .
(٣) د : غير موجود .
(٤) ف : ر ل ، ب ط .
(٥) ف : ويماسا .
(٦) سا ، د : بدلا من عبارة [ب ل ، ب ط وأيضا ل ه ، ط د و : أ ه ، أ د ويماسا أ م ، أ ل] يوجد عبارة [أ د ، أ ه ويماسا أ م ، أ ل ولنصل ب ط ، ب ل ، ط ر ، ل ه] .
(٧) سا ، د : ولنخرج .
(٨) د : خط .
(٩) سا : ب ه ، ر د .
(١٠) د : ح ن ، ح س .
(١١) سا : د ر .
(١٢) د : غير موجود .
(١٣) سا : على أ ، م أ ن - وفي د : على أ ، م .
(١٤) سا ، د : ب ه س .
(١٥) سا : ح ر - وفي د : ح ن .
(١٦) سا ، د : زاوية .
(١٧) سا : واحدة .
(١٨) ف : فيصيره ح ، س ح - وفي د : ه ح ، س ح - وفي سا : غير واضح .
(١٩) ف : ولذلك .
(٢٠) د : وخط .

ك ه (١) الخارجان من مركز الحامل إلى مركز التدوير متساويان و : ر د ، ه ح
متساويان (٢) وزاويتا ر ، ح قائمتان تكون زاوية د ط ر مساوية لزاوية ه ك ح
ولأن خطي ط ح ، ح ب مساويان للخطي ك ح ، ح ب (٣) لأن خط ح ط بعد ما
بين مركز الحامل ومركز الدائرة التي عليها تدور وهو بغيته ح ك (٤) وزاوية ط ح ب
مساوية لزاوية ك ح ب (٥) فتكون زاوية ح ك ب (٦) مثل زاوية (٧) ح ط ب (٨)
وكانت زاوية ح ك ه (٩) مثل زاوية ر ط د (١٠) تبقى زاوية (١١) ب ط د مساوية
لزاوية ب ك ه وضلعا ه ك ، ك ب (١٢) كل (١٣) مساو لنظيره من ضلعي
د ط ، ط ب (١٤) فتكون قاعدتا ب د ، ب ه متساويتين (١٥) و : ب أ (١٦)
مشترك وزاويتا ب متساويتان تكون زاويتا ب ه أ ، ب د أ التعديلان (١٧)
متساويتين (١٨) وقاعدتا (١٩) د أ ، أ ه (٢٠) متساويتان (٢١) ولأن د أ ، أ ه و : د ل ،

(١) د : د ط مكررة .

(٢) [و : ر د ، ه ح متساويان] : غير موجود في د .

(٣) سا ، د : ل ح ، ح ب .

(٤) سا ، د : ح ل .

(٥) ف : ل ح - ون - وف ، سا ، د : [وزاوية ط ح ب مساوية لزاوية ل ح ب] غير

موجود .

(٦) ف : ل ح - ون - وف ، سا ، د : ح ل ح ب .

(٧) ف : غير موجود .

(٨) سا : ح ب ط - وف د : ح ط ب .

(٩) ف : ح ل ه - ون - وف ، سا : ح ل ح ب .

(١٠) سا : أ د ط .

(١١) [ر ط د تبقى زاوية] : غير موجود في د .

(١٢) ف : ه ل ، ل ه - ون - وف ، سا ، د : ه ل ، ل ح .

(١٣) سا : غير موجود .

(١٤) ف : د ط ، ط ر - ون - وف ، سا ، د : د ط ، ط ح .

(١٥) سا : متساويين .

(١٦) سا : و : ب ، أ .

(١٧) سا : البعدلان .

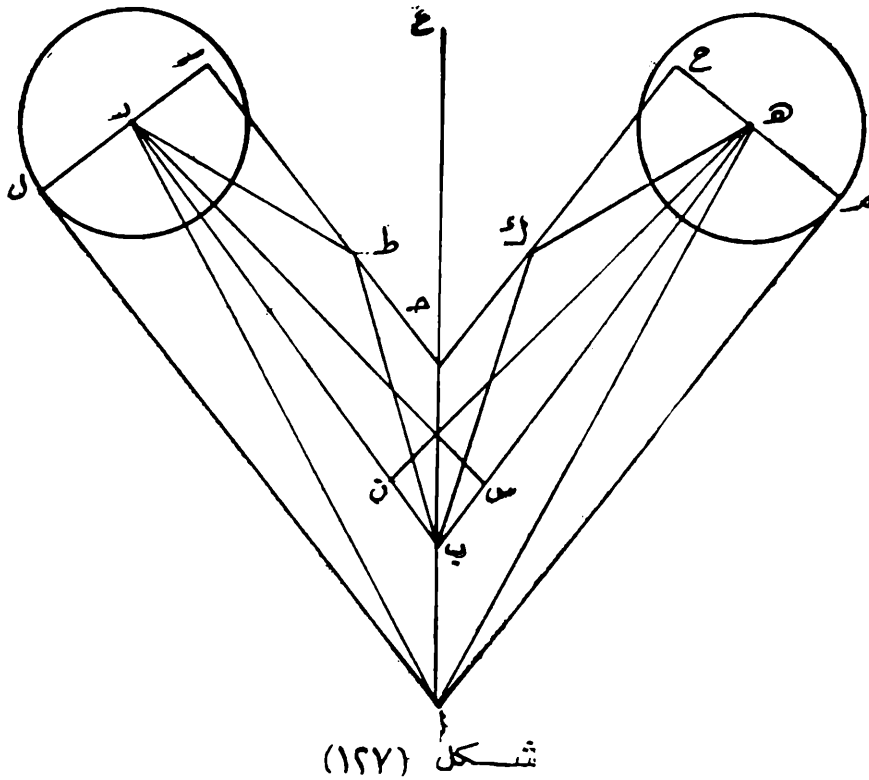
(١٨) ب : متساويتان - وف د : متساويين .

(١٩) سا : وزاويتا .

(٢٠) [د أ ، أ ه] : غير موجود في سا .

(٢١) ف : مساويتان - ون د : متساويتين .

هـ م (١) كل مثل نظيره وزاويتا ل ، م (٢) قائمتان تكون زاويتا هـ أ م ، د أ ل
الثان (٣) لكل التعديل متساويتين (*) .



(١) سا : د ا ل ، ر د ل .

(٢) [كل مثل نظيره وزاويتا ل ، م] : غير موجود في سا

(٣) سا : اللتين

(*) برهان النظرية السابقة في حالة عطار د :

نفرض أن المستقيم ا ب ع هو الذي عليه المراكز حيث ا مركز البروج ، ب مركز المعدل ،
هـ مركز الدائرة التي يدور حولها مركز الحامل . وليكن التدويران مركزاها هـ ، د يعلمان زاويتين
متساويتين عند مركز المعدل ب أي أن $\angle ع ب هـ = \angle ع ب د$ (شكل ١٢٧) والمطلوب إثبات :

$$\text{أولا } \angle ا ب د = \angle ا ب هـ$$

ثانياً $\angle ا ب م = \angle ا ب ل$ حيث ا م ؛ ا ل مماسين للتدويرين

نفرض أن ط مركز الحامل عندما كان مركز التدوير عند هـ وأن ل مركز الحامل عندما كان
مركز التدوير عند د . وحيث أن سرعتي مركزي الحامل والتدوير متساويتان ومتضادتان .

$$\angle ع ب ل = \angle ع ب د ،$$

$$\therefore \angle ع ب ط = \angle ع ب هـ$$

$$\text{لكن } \angle ع ب هـ = \angle ع ب د \text{ فرضاً}$$

∴ $\hat{c} \hat{a} \hat{p} = \hat{c} \hat{a} \hat{l}$ ويكون $\hat{a} \hat{l} \hat{b} = \hat{a} \hat{p} \hat{b}$ ، $\hat{a} \hat{p} \hat{b} = \hat{a} \hat{p} \hat{d}$

فإذا وصلنا $\hat{b} \hat{l}$ ، $\hat{b} \hat{p}$ ، $\hat{b} \hat{d}$ وانزلنا العمودين $\hat{d} \hat{c}$ ، $\hat{d} \hat{r}$ على امتدادى $\hat{a} \hat{l}$ ، $\hat{a} \hat{p}$ والعمودين $\hat{c} \hat{s}$ ، $\hat{c} \hat{n}$ على $\hat{b} \hat{p}$ ، $\hat{b} \hat{d}$ نجد أن الشكلين $\hat{c} \hat{s} \hat{d}$ ، $\hat{c} \hat{n} \hat{d}$ مستطيلان

في المثلثين $\hat{c} \hat{s} \hat{d}$ ، $\hat{c} \hat{n} \hat{d}$: $\hat{s} \hat{d} = \hat{n} \hat{d} = 90^\circ$

، $\hat{c} \hat{s} = \hat{c} \hat{n}$ = $\hat{c} \hat{a}$ فرضا ، $\hat{c} \hat{s}$ مشترك

∴ ينطبق المثلثان وينتج أن $\hat{c} \hat{s} = \hat{c} \hat{n}$ أى أن $\hat{d} \hat{c} = \hat{d} \hat{r}$.

وفي المثلثين $\hat{d} \hat{l} \hat{c}$ ، $\hat{d} \hat{p} \hat{r}$: $\hat{d} \hat{c} = \hat{d} \hat{r}$ ، $\hat{d} \hat{l} = \hat{d} \hat{p}$ ، $\hat{d} \hat{l} \hat{c} = \hat{d} \hat{p} \hat{r}$ لأن كلا منهما يساوى البعد بين مركز التدوير ومركز الحامل .

∴ ينطبق المثلثان وينتج أن $\hat{d} \hat{l} \hat{c} = \hat{d} \hat{p} \hat{r}$.

وفي المثلثين $\hat{a} \hat{l} \hat{b}$ ، $\hat{a} \hat{p} \hat{b}$: $\hat{a} \hat{l} = \hat{a} \hat{p}$ لأن كلا منهما يساوى نصف قطر الدائرة

التي يدور حولها مركز الحامل ، $\hat{b} \hat{l} = \hat{b} \hat{p}$ (لأن $\hat{c} \hat{a} \hat{l} = \hat{c} \hat{a} \hat{p}$)

∴ ينطبق المثلثان وينتج أن $\hat{a} \hat{l} \hat{b} = \hat{a} \hat{p} \hat{b}$.

∴ $\hat{a} \hat{l} \hat{b} + \hat{b} \hat{l} \hat{c} = \hat{a} \hat{p} \hat{b} + \hat{b} \hat{p} \hat{r} = \hat{a} \hat{p} \hat{d} + \hat{b} \hat{p} \hat{r}$.

أى أن $\hat{b} \hat{l} \hat{c} = \hat{b} \hat{p} \hat{r}$.

وفي المثلثين $\hat{b} \hat{l} \hat{c}$ ، $\hat{b} \hat{p} \hat{r}$: $\hat{b} \hat{l} = \hat{b} \hat{p}$ ، $\hat{b} \hat{l} \hat{c} = \hat{b} \hat{p} \hat{r}$ ، $\hat{b} \hat{l} \hat{c} = \hat{b} \hat{p} \hat{r}$.

∴ ينتج من انطباق المثلثين أن $\hat{b} \hat{l} = \hat{b} \hat{p}$.

وفي المثلثين $\hat{b} \hat{l} \hat{c}$ ، $\hat{b} \hat{p} \hat{r}$: $\hat{b} \hat{l} = \hat{b} \hat{p}$ ، $\hat{b} \hat{l} \hat{c} = \hat{b} \hat{p} \hat{r}$ ، $\hat{b} \hat{l} \hat{c} = \hat{b} \hat{p} \hat{r}$ (لأن $\hat{c} \hat{a} \hat{l} = \hat{c} \hat{a} \hat{p}$)

(لأن $\hat{c} \hat{a} \hat{l} = \hat{c} \hat{a} \hat{p}$ فرضا)

∴ ينتج أن $\hat{b} \hat{l} = \hat{b} \hat{p}$ وهو المطلوب أولا .

وكذلك ينتج من التطابق أن $\hat{b} \hat{l} = \hat{b} \hat{p}$.

والآن في المثلثين $\hat{a} \hat{l} \hat{b}$ ، $\hat{a} \hat{p} \hat{b}$: $\hat{a} \hat{l} = \hat{a} \hat{p}$ ، $\hat{a} \hat{l} \hat{b} = \hat{a} \hat{p} \hat{b}$ ، $\hat{a} \hat{l} \hat{b} = \hat{a} \hat{p} \hat{b}$ ، $\hat{a} \hat{l} \hat{b} = \hat{a} \hat{p} \hat{b}$.

∴ ينطبق المثلثان وينتج أن $\hat{a} \hat{l} \hat{b} = \hat{a} \hat{p} \hat{b}$ وهو المطلوب ثانيا .

فصل

في معرفة أبعد البعد لعطارد والزهرة (١)

أما السبيل الذي استخرج (٢) به أوجات الأفلاك الحاملة إما (٣) لعطارد والزهرة فهي لأنها لما كان مركز فلك تدويرهما يتحرك مع سط الشمس وكانا لا يبعدان عن الشمس إلا غاية التعديل الأول ثم وجب أن يرجعا إليها ويقارباها ثم يجوزاها (٤) ثم ينتهيا إلى غاية التعديل الأعظم ثم يرجعا (٥) إليها وهذا (٦) دائما ولما كان فلك تدويرها (٧) على فلك خارج (٨) المركز كما تبين (٩) فليس يمكن أن يكون التعديل الأول في جميع الأجزاء سواء لأنه (١٠) إذا كان في ناحية الحضيض من الحامل كان أقرب إلى البصر فكانت (١١) زاوية التعديل (١٢) أكبر (١٣) فرئى (١٤) مقدار القوس التعديلية أعظم وإذا كان في ناحية الأوج كان (١٥) أبعد (١٦) فرئى (١٧) أصغر ولما كان أحد نصفي (١٨) فلك (١٩) التدوير إلى الأوج من الحامل والآخر إلى الحضيض ورئى أحد بعديه عن الشمس الذي يلي الأوج أكبر والآخر أصغر فإذا وجد لأحد هذين (٢٠) الكوكبين في

(١) [فصل في معرفة أبعد البعد لعطارد والزهرة] : غير موجود في سا ، د .

(٢) ف : به استخرج .

(٣) سا : وأما .

(٥) سا : نرجعا .

(٦) سا ، د : غير موجود

(٧) سا ، د : تدويرها .

(٨) سا : الفلك الخارج - وفي د : فلك الخارج .

(٩) [كما تبين] : غير موجود في سا - وفي د : كما تبين .

(١٠) ف ، د : إلا أنه .

(١١) سا ، د : فكان .

(١٢) د : غير موجود .

(١٣) ف : أكثر .

(١٤) ف : فرئى .

(١٥) [في ناحية الأوج كان] : غير موجود في سا ، د .

(١٦) سا ، د : أبعد كان أصغر .

(١٧) ف : فرئى .

(١٨) في هامش ب : قطر .

(١٩) سا ، د : قطر .

(٢٠) د : هذين .

الأرصاد بعدان عظيمان مسائي وصباحي متساويان في موضعين مختلفين من الفلك علم أن مركز التدوير كان في الوقتين على بعد سواء عن الأوج أو الحضيض (١) وأنه (٢) إذا نصف ما بين موضعيهما عند البعدين المتضادين كان عنده موقع الخط المار بالأوج والحضيض فلما كان الأمر هكذا طلب بطليموس لعطارد أولا أرصاد البعدين صباحي ومسائي متساويين ليأخذ (٣) منتصف (٤) ما بينهما فيعلم (٥) موضع البعدين المختلفين فذكر رصدًا لغاية بعد مسائي (٦) كان أحدا (٧) وعشرين جزءا وربعا (٨) إذ كان هذا بعد درجة الكوكب المرصودة عن وسط الشمس المحسوب . وذلك لأن الكوكب كان بالقياس إلى الدبران (٩) على جزء واحد من الحوت وكان تاريخ الوقت يوجب أن يكون وسط الشمس على تسعة أجزاء ونصف وربع من الدلو وبينهما أحد وعشرون (١٠) جزءا وربع (١١) ورصدًا قريبًا من الأول لغاية البعد الصباحي مساويًا له كان موضع الكوكب فيه على ثمانية عشر جزءا ونصف وربع من الثور ووسط السماء على (١٢) عشرة أجزاء من الخوزاء والمتوسط بين الموضوعين المرصودين للكوكب هو عشرة أجزاء غير ثمن جزء (١٣) من الحمل أو الميزان (١٤) فعليهما إذن يقع (١٥) القطر المار بالبعدين المختلفين وأيضًا رصد غاية (١٦) بعد مسائي

(١) سا ، د : والحضيض .

(٢) سا : فإنه .

(٣) ف : لتأخذ .

(٤) ف : منتصف .

(٥) سا ، د : فيعرف

(٦) سا ، د : المسائي .

(٧) هـ ، د : أحد - وفي سا : إحدى .

(٨) هـ : وربع - وفي سا ، د : وربع جزء .

(٩) [إلى الدبران] : غير موجود في سا .

(١٠) ف ، سا ، د : وعشرين .

(١١) سا : وربع جزء - وفي د : غير موجود .

(١٢) [ثمانية عشر جزءا ونصف وربع من الثور ووسط السماء على] : في هامش هـ - وفي

ف ، سا ، د : غير موجود .

(١٣) [غير ثمن جزء] : غير موجود في سا ، د .

(١٤) سا ، د : والميزان .

(١٥) سا : وقع .

(١٦) د : لغاية .

فيكون ستة وعشرين جزءا ونصفا (١) والكوكب على سبعة (٢) أجزاء من السرطان والرصد الآخر (٣) قريبا منه صباحيا ومساويا له (٤) والكوكب على ثلاثة عشر جزءا ونصف من الجدى والمتوسط بينهما بالتقريب ذلك بعينه فهذا ما رصده بطليموس وقابل بذلك أرصادا قديمة (٥) فذكر رصدین صباحيا ومساويا متقاربين ورصدین آخرين مثل ذلك (٦) يوجب أن يكون هذا القطر على ستة من الحمل أو (٧) الميزان فالتفاوت إذن بين مقتضى الأرصاد القديمة والتقريب أربع درجات والمدة بينهما قريب (٨) من أربع مائة سنة فقد ظهر إذن (٩) أن الأوج والحضيض ينتقل أربع درجات في (١٠) أربع مائة سنة كل درجة في مائة سنة قريبا مما وجد للثابتة (١١) .

فصل

في أن عطارد يكون على أقرب قربه

في الدورة الواحدة مرتين (١٢)

ولما (١٣) رصد أرصادا وجد غايات الأبعاد التي تقع ومركز التدوير أعنى وسط الشمس على قريب من عشرة أجزاء (١٤) من الحمل أكثر (١٥) فذكر أنه قد وجد

(١) د ، سا ، د : ونصف .

(٢) د ، سا ، د : تسعة .

(٣) د ، سا ، د : ورصد آخر .

(٤) د ، سا ، د : مساويا .

(٥) د : قدره .

(٦) د : من مثل .

(٧) د ، سا ، د : و .

(٨) د : قريبة .

(٩) د : إذا .

(١٠) د : في كل .

(١١) د : الثانية .

(١٢) [فصل في أن عطارد يكون على أقرب قربه في الدورة الواحدة مرتين] : غير موجود

في د ، سا .

(١٣) د : ثم لما .

(١٤) د : غير موجود .

(١٥) د : الأكبر .

ذلك في بعض سى رصده ثلاثا (١) وعشرين جزءا ورربعا (٢) وفي تلك (٣) السنة بعينها ومركز التدوير أعنى وسط الشمس على عشرة أجزاء (٤) من الميزان وجده تسعة عشر جزءا (٥) وجزءا (٦) من عشرين من الجزء الواحد (٧) فكان (٨) الأوج إذن (٩) عند الميزان تارة وعلى الحمل أخرى (١٠) وحصل من هذين الرصدين ومن تحصيل غاية هذين البعدين نسبة نصف (١١) قطر التدوير إلى نصف (١٢) الخط الواصل بين مركزي التدوير وهو على الميزان تارة وعلى الحمل أخرى وبالجملة الخط الواصل بين الأوج والحضيض وبين أن منتصف هذا الخط كم بعده من مركز البروج فايكن البحث عاشر الميزان و : ج (١٣) بحيث عاشر الحمل فإنه وإن لم يكن الوسط عليهما في الرصدين فلم يكن يبعد عنهما بما يوجب خلافا يعتد به وعليهما فاكما تدوير ولنصل بينهما القطر و : ب عايه موضع الإبصار (١٤) ونخرج ب هـ ، ب د مماسين (١٥) ولنصل ح هـ ، ا د وهما لا محالة عمودان ولأن (١٦) فضل اختلاف في ح ب هـ ، أ ب د معلومان بالرصد فزاويتا ب معلومتان (١٧) وزاويتا د ، هـ (١٨) قائمتان تبقى (١٩) الباقيتان

(١) ب ، سا : ثلاثة .

(٢) ب : ورربع .

(٣) [تلك] : مكرر في سا .

(٤) سا : غير موجود .

(٥) سا : غير موجود .

(٦) في هامش ب : وخمسا وعشرين دقيقة .

(٧) سا : [أوخمسا وعشرين دقيقة] بدلا من [وجزءا من عشرين من الجزء الواحد] .

(٨) ف : وكان .

(٩) سا : إذا .

(١٠) [تارة وعلى الحمل أخرى] : غير موجود في سا .

(١١) سا : ونصف .

(١٢) سا ، نصف قطر .

(١٣) سا : [د : ب] .

(١٤) سا : الأرصاد .

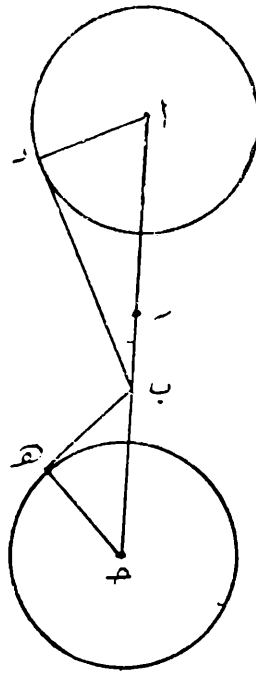
(١٥) سا : المماسين .

(١٦) ب ، سا : فلان .

(١٧) ف : معلومتين .

(١٨) ب ، ح ، هـ .

(١٩) سا : يبقى .



شكل (١٢٨)

معلومتين وتصير نسب أضلاع كل واحد من المثلثين معلومة (١) ولأن $ح هـ$ ، $أ د$ متساويان (٢) تصير (٣) نسب أضلاع كل مثلث إلى المثلث (٤) الآخر معلومة إذا اعتبرت أضلاعها أوتارا في (٥) دائرتين (٦) على المثلثين (٧) وتصير نسبة جميع $ح ا$ معلومة (٨) فإذا نصف على $ر$ (٩) كان نسبة $ب ر$ (١٠) الفضل معلومة (١١) (٥)

(١) $سا$: معلوما . (٢) $ف$: متساويان .

(٣) [نسب أضلاع كل واحد من المثلثين معلوما ولأن $ح هـ$ ، $أ د$ متساويان تصير] :

مكرر في $سا$.

(٤) $سا$: المائل . (٥) $سا$: من .

(٦) $سا$: الدائرتين .

(٧) [تصير نسب أضلاع كل مثلث إلى المثلث الآخر معلومة إذا اعتبرت أضلاعها أوتارا

في دائرتين على المثلثين] : في هاتين $ف$.

(٨) $سا$: معلوما .

(٩) [على $ر$] : غير موجود في $سا$.

(١٠) $سا$: $ف د$. (١١) $سا$: معلوما .

(*) تعيين البعد بين مركز البروج ومنتصف خط الأوج والخضيض لمطارد :

في شكل (١٢٨) نفرض $ا$ مركز التدوير عند الأوج ، $ح$ مركز التدوير عند الخضيض ، ولتكن

نقطة $ف$ مركز البروج . نصل $ا$ $ح$ وننصفه في نقطة $ر$.

ولا يخلو إما أن تكون نقطة ر مركز الفلك الخارج المركز نفسه أو يكون مركز دائرة (١) إذا توهمننا سطحها (٢) متحركاً بحيث يرسم كل واحد من الأوج والخضيض وهما نقطتان لا محالة دائرة (٣) تكون هذه النقطة مركزها ولو كان الصحيح هو القسم الأول لكان التعديل المرئى لا يرى أعظم مما يرى عند ح ولكن لاحظ أقصر من خط ب ح أعنى من الخطوط التى يكون عاينها (٤) مركز التدوير لكن الأرصاد دلت على أن مركز التدوير قد يكون على بعد أقرب من بعد ب ج لأن غاية التعديل قد يرى فى عشرة (٥) أجزاء من الخوزاء وفى عشرة أجزاء من الدلو

والمطلوب تعيين قيمة β ر .

الطريقة : من β نرسم β ه ، β دماسين لفلكى التدوير ، ونصل β ه ، β د .
 $\therefore \beta$ دماس للدائرة التى مركزها نقطة β .

$\therefore \beta$ د عمودى عليه .

وبالمثل β ه عمودى على المماس β ه .

فى كل من المثلثين القائمى الزاوية β د ه ، β ه د :

زاويتا β د ه ، β ه د هما اختلاقي الفضل وهما معلومتان بالرصد .

\therefore جميع زوايا المثلثين معلومة .

\therefore النسب المثلثية $\frac{\beta}{\beta} = \frac{\beta}{\beta}$ ، $\frac{\beta}{\beta} = \frac{\beta}{\beta}$ معلومة

لكن β د = β ه = نصف قطر التدوير = نق .

\therefore النسب $\frac{\beta}{\text{نق}} = \frac{\beta}{\text{نق}}$ ، $\frac{\beta}{\text{نق}} = \frac{\beta}{\text{نق}}$ معلومة

\therefore النسبة $\frac{\beta + \beta}{\text{نق}} = \frac{\beta + \beta}{\text{نق}}$ معلومة أى $\frac{\beta}{\text{نق}}$

وبالمثل نسبة $\frac{\beta - \beta}{\text{نق}} = \frac{\beta - \beta}{\text{نق}} = \frac{\beta - \beta}{\text{نق}} = \frac{\beta - \beta}{\text{نق}}$

لكن نقطة منتصف β أى أن $\beta = \beta$.

\therefore نسبة $\frac{\beta}{\text{نق}}$ معلومة ومنها نعلم قيمة β

(١) سا : مداره .

(٢) سا : سطحه .

(٣) سا : اكل دائره .

(٤) سطر : عليه .

(٥) سا : عشره .

أعظم مما دنى (١) في الحمل وذلك عند ما يكون مركز التدوير مثلثا لموضع الأوج الأول وهسدسا لموضع الحضيض الأيل وقد (٢) ذكر رصدنا كان أعظم البعد المسائي (٣) فيه لعطارد أحدا (٤) وعشرين جزءا واربعا (٥) ورصدنا آخر (٦) كان أعظم البعد الصباحي فيه لعطارد ستة وعشرين جزءا ونصف جزء ووسط الشمس في الرصدين على عاشر الدلو وهو وسط عطارد أعنى جزء مركز تدويره ومجموع هذين البعدين (٧) ستة (٨) وأربعون جزءا ونصف وربع وهو أعظم من ضعف التعديل كله الذى عند الحمل لأن ضعف الذى عند الحمل (٩) ستة وأربعون جزءا ونصف (١٠) ولا يزيد غاية البعدين (١١) عند الحمل على ثلاثة وعشرين وربع وهاهنا قد وجد ستة وعشرون ونصف بفضل (١٢) ثلاث (١٣) درج وربع وقد ذكر رصدين كذلك عند الجوزاء مسائيا وصباحيا كل واحد مساو لنظيره عند الدلو ووسط الشمس على الجزء (١٤) العاشر من الجوزاء وإذا كان الأمر على هذا فمركز تدوير عطارد في هذين الرصدين هو في الجوزاء والدلو وعلى الجزء (١٥) العاشر منها وكان مع ذلك أقرب ما يكون من (١٦) الأرض فبين من ذلك أن نقطة ر ليست (١٧) مركز الخارج الحامل وهى (١٨) مركز دائرة يلور (١٩) عليها (٢٠) الأوج في السنة

(١) سا : غير واضح .

(٢) سا ، فقد .

(٣) ف ، سا : المساوى .

(٤) سا : إحدى .

(٥) ف : وربع .

(٦) ف : في الهامش .

(٧) سا وهاش ف : التعديلين .

(٨) سا وهاش ف : سبعة .

(٩) [لأن ضعف الذى عند الحمل] : في هامش ف .

(١٠) سا : [مرل] بدلا من [ستة وأربعون جزءا ونصف] .

(١١) سا : التعديلين .

(١٢) سا : بفضل .

(١٣) سا : ثلاث .

(١٤) سا : غير موجود .

(١٥) سا : غير موجود .

(١٦) سا : إلى

(١٧) سا : ليس

(١٨) ف ، سا : فهى

(١٩) سا : تدور

(٢٠) سا : عليه

مرة واحدة (١) إذا (٢) وجد في قربه الأقرب في السنة مرتين وإذا كان كذلك حصل الأوج وهو مرة (٣) أقرب ومرة بعد في دورانه على هذه الدائرة وكذلك الحضيض وسائر النقط من الفلك الخارج فيكون أحد الرصدين من الأرصاد الأول الذي على (٤) الميزان (٥) وقع الكوكب (٦) ومركز فلك تدويره (٧) بجذاء درجة الأوج الأول وهو أوج مدار الأوج والحضيض الثاني وقع الكوكب (٨) ومركز تدويره بجذاء درجة الحضيض الأول وأما الرصدان اللذان في الجوزاء والدلو فإن مركز التدوير فيها على الحضيض من الحامل ونحن نورد ما يجب أن يكون عليه في حركة التدوير لعطارد وحركة الأوج (٩) حاملة إيرادا مشروحا لما كان هذا الكوكب في تثليث مركز تدويره لأوجه الأول يوجد على أعظم بعد ويتكرر له ذلك مرتين في الدورة الواحدة علم ضرورة أنه يعرض لسطح فلكه الخارج الحامل ما يعرض لنظيره من القمر وإن كانت النسبة مختلفة فيجب أن تكون الحركتان المتقابلتان متساويتين حتى يكون إذا كان مركز التدوير على أوج الحامل مثلاً عند العاشر من الميزان فيتحرك المركز إلى تثليث الأوج الأول وهو مثل حركة الشمس ويتحرك (١٠) الأوج الباقي من الجانب الآخر إلى تثليث الأوج الأول فيكون بينهما من جهة ضعف التثليث ومن جهة التثليث (١١) ويكون بينهما (١٢) وبين الحضيض الأول الذي على الحمل تسديسان (١٣) فإذا تحرك ذلك مقدار التسديس وتحرك هذا مقدار التسديس (١٤) فيكون مركز التدوير قد حصل في

(١) سا : غير موجود

(٢) سا : إذا

(٣) سا : في مرة

(٤) سا : عند

(٥) في هامش بوفى سا : وبالحملة

(٦) سا : للكوكب

(٧) سا : غير واضح

(٨) سا : للكوكب

(٩) سا : أوج

(١٠) سا : ويتخرج

(١١) ف ، سا : تثليث

(١٢) [من جهة ضعف التثليث ومن جهة التثليث ويكون بينهما] : في هامش ب

(١٣) سا : تسديس

(١٤) [فإذا تحرك ذلك مقدار التسديس وتحرك هذا مقدار التسديس] : غير موجود في صا

عاشر الحمل وحصل الأوج أيضا هناك فيكون قد حصل التدوير على أوج الحامل والحامل (١) على حضيبض مداره ويكون حضيبض الحامل حصل بإزاء مكان أوج مداره واللتقا (٢) الخطان المحركان أحدهما لمركز التدوير والآخر لمركز الحامل وإن غير شيء من هذا لم يجب أن يكون أبعد البعد دائما عند عاشر الميزان ولم يجب أن يكون (٣) الحكم في التثليثين واحدا وإذا (٤) افترقا أعنى الخطين فصار كل واحد منهم مسافة التسديس للحضيبض الأول والتثليث (٥) للحضيبض الثاني . وجب أن يكون قد عاد المركز إلى مثل البعد الذي كان من الأرض وليس يجب أن يكون مركز التدوير على حضيبض الحامل وقت التثليث فإنه لو كان على حضيبض الحامل كان (٦) يصير إلى الأوج (٧) لا (٨) في العاشر من الميزان ولكنه إذا كان على حضيبض الحامل لا يكون حضيبض الحامل إلا (٩) قريبا من أوج مدار الأوج فرئى الحضيبض بعيدا وكانت الزاوية تصغر وأن (١٠) بعد الحضيبض من جهة حركة مركزه (١١) يزيد (١٢) على قربه من حيث هو حضيبض .

فصل

في معرفة البعد الأبعد للزهرة (١٣)

وأما الزهرة فقد طلب لها كذلك أرسادا لأعظم أبعادها (١٤) متساوية ووجد أوسطها (١٥) في مواضع مختلفة فنصف ما بينها فخرج (١٦) القطر المار بالبعدين

(١) ف : أو الحامل

(٢) ف : والباقي

(٣) [أبعد البعد دائما عند عاشر الميزان ولم يجب أن يكون] : غير موجود في سا

(٤) سا : فإذا (٥) سا : والتسديس

(٦) سا : لكان (٧) سا : أوج

(٨) ف : ولا (٩) ف : لا

(١٠) سا : فإن

(١١) ف : مرة

(١٢) ف : يريد - وفي سا : يدور

(١٣) [فصل في معرفة البعد الأبعد للزهرة] : غير موجود في سا ، د

(١٤) سا : أبعاده

(١٥) سا : أوسطها

(١٦) ف : يخرج

المختلفين أما من الأرصاد الحديثة فرصد ثاون لبعده مسائي (١) معتبر بالكوكب الأوسط من كواكب الثربا كان سبعة (٢) وأربعين جزءاً وربعا (٣) وكان (٤) وسط بها أعنى وسط الشمس على أربعة عشر (٥) جزءاً وربيع (٦) من الحوت (٧) ثم رصد بطليموس نفسه لبعده صباحي معتبر (٨) بالكوكب الذي على الركبة الوسطى من التوأمين (٩) مساويا لذلك وهو (مرية) (١٠) ووسط الشمس على خمسة أجزاء ونصف وربيع من الأسد وأيضا رصد ثاون لبعده صباحي ووسط الشمس (١١) الزهرة (١٢) على سبعة عشر جزءاً ونصف وثلاث أجزاء من ثلثين من الميزان وكان غاية البعد سبعة وأربعين جزءاً ونصف (١٣) جزءاً (١٤) جزءاً من ثلثين ورصد بطليموس للمسائي كذلك والوسط (١٥) على جزئين وأربع دقائق من الجدى والمنصف (١٦) بين هذين يقع على خمسة وعشرين جزءاً من العقرب أو الثور (١٧) .

فصل

في معرفة مقدار فلك تدوير (١٨) الزهرة (١٩)

وأما تبين (٢٠) أن (٢١) أي البعدين هو الأبعد ونسبة فلك التدوير فذكر (٢٢) رصد ثاون لغاية بعد صباحي والوسط على خمسة وعشرين جزءاً وخمس جزء من الثور فكان

| | |
|--|-----------------------|
| (١) ف : مساوي | (٢) ف ، سا : تسعة |
| (٣) ب : وربيع | (٤) سا : كان |
| (٥) سا : وعشرين | (٦) سا : غير موجود |
| (٧) سا : الجنوب وربيع | (٨) ف : يعتبر |
| (٩) سا : القلمين | (١٠) سا : مر |
| (١١) سا : غير موجود | (١٢) ب : بين الطرين |
| (١٣) سا : ونصفا | |
| (١٤) سا : غير موجود | |
| (١٥) في هامش ب : يعنى وسط الشمس | |
| (١٦) سا : والمتصف | |
| (١٧) سا : والثور | |
| (١٨) ف : تدوير فلك | |
| (١٩) [فصل في معرفة مقدار فلك تدوير الزهرة] : غير موجود في سا ، د | |
| (٢٠) ف : تبين | |
| (٢١) سا : غير موجود | |
| (٢٢) ف : نذكر | |

(مد مع) ورصد له والوسط (١) على (٢) المقابلة فكان (مرك) (٣) فإذا الأوج في الثور والحضيض في (٤) العقرب، متقابلين (٥) وأما أنه (٦) كيف كان (٧) الذي رصده ثاون قال (٨) بطليموس قال ثاون رأيت (٩) الزهرة في بعد صباحي لها متقدمة على الخط المار بالكوكب المقدم من الثلاثة التي (١٠) على رأس الحمل والكوكب الذي (١١) خلف (١٢) ساقه بمقدار جزء (١٣) وخمس جزء وكان بعدها (١٤) من الكوكب الرأسي نصف (١٥) بعدها (١٦) من الكوكب الساقى (١٧) ووسط الشمس في خمسة وعشرين جزءا وخمسين (١٨) من الثور فعرف بطليموس من ذلك موضع الزهرة من البروج طولاً وعرضاً وأما كيف عرف فأقول قد يمكن أن نبين بوجوه منها ليكون (١٩) أن نقطة الكوكب الرأسي و: ب نقطة (٢٠) موضع (٢١) الكوكب الساقى و: أ ب الخط الواصل بينهما ولأن أشمالى و: ب جنوبى فيقاطعهما خط

(١) ف : الوسط

(٢) [خمس وعشرين جزءا وخمسة جزء من الثور فكان (مد مع) ورصد له والوسط على]:

غير موجود في سا

(٣) سا : مر ل

(٤) [الثور والحضيض في] : غير موجود في سا

(٥) سا : غير موجود

(٦) سا : غير موجود

(٧) سا : غير موجود

(٨) سا : فان

(٩) سا : رويت

(١٠) ف : في الهامش

(١١) ف : الذي على

(١٢) في هامش ه : الأصل الرجل المؤخرة

(١٣) سا : غير موجود

(١٤) سا : بعده

(١٥) ه : [متصف] - وفوقها [نصف]

(١٦) سا : بعده

(١٧) سا : غير واضح

(١٨) سا : غير موجود

(١٩) سا : لتكن

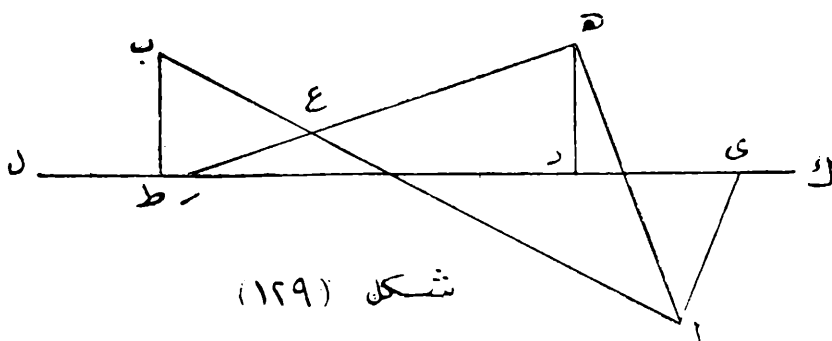
(٢٠) ه : موضع

(٢١) ف : مواضع - وفي ب : نقطة - وفي د : غير موجود

البروج وليكن ك ل (١) نقاطا (٢) على ح ونخرج عمودى أ ي . ب ط على ك ل فتكونان (٣) عرضى الكوكبين وليكن ه نقطة الزهرة ونخرج عمود ه ح (٤) على أ ب وهو البعد الذى كان معلوما بالرصد إذ كان علم بمقدار (٥) بعد الزهرة من الخط الواصل بين الكوكبين ولنخرجه إلى ر ولنصل ه ب ، ه أ (٦) ولنخرج من ه عمود ه د فلأن مثلثى أ ح ي : ب ح ط متشابهان (٧) لأن (٨) زاويتى ي ، ط من مثلثى ح ي أ ، ح ط ب (٩) قائمتان وزاويتا ح متقاطعتان فالمثلثان متشابهان ونسبة أى إلى ب ط معلومة لأنها عرضان معلومان للكوكبين فالمثلثان معلوما النسبة ونسبة مجموع أى ، ب ط المعلومين إلى أى مثل نسبة ط ي (١٠) المعلوم لأنه ما بين طولى الكوكبين إلى ح ي ف : ح ي معلوم و : ح ط معلوم ويصير بذلك أ ح ، ح ب معلومين ولأن ه ح معلوم وزاوية ح (١١) قائمة وزاوية (١٢) ح معلومة وفضلة ح ح : بين أ ح ، أ ح معلومة فمثلث ح ح ر معلوم النسب و : ح ر ، ح ر معلومان وزاوية ر معلومة وزاوية د قائمة وجميع ه ح ، ح ر معلوم فمثلث د ه ر (١٣) معلوم النسب فعرض ه د معلوم وجميع د ر معلوم (١٤) و : ح ر معلوم ف : د ح معلوم فبعد طول الزهرة من (١٥) نقطة ح المعلوم (١٦) معلوم وأقول (١٧) إنه لو لم يكن

-
- (١) سا : كل
(٢) ف : غير موجود - وفى سا : تقاطع
(٣) سا : فيكونان
(٤) سا : ه ح
(٥) سا : مقدار
(٦) [ولنصل ه ب ، ه أ] : فى هاشب - وفى ف : غير موجود - وفى سا
د ر ، ه ر
(٧) ف : متساويان - وفى سا : [ولنخرج من ه عمود ه د فلأن مثلثى أ ح ي ،
ب ح ط متشابهان] غير موجود
(٨) سا : فلان - وفى ف : فإن
(٩) ف : ح ي أ ، ح ط ب - وفى سا : ح د ي ، ح ط ب
(١٠) سا : ب ط
(١١) سا : -
(١٢) [ح قائمة وزاوية] : فى هاشب ف
(١٣) ف : د ه و
(١٤) [و : ح ر ، ح ر معلومان وزاوية ر معلومة وزاوية د قائمة وجميع ه ح ، ح ر
معلوم فمثلث د ه ر معلوم النسب فعرض ه د معلوم وجميع د ر معلوم] : غير موجود فى سا
(١٥) سا : من
(١٦) سا : المعلوم
(١٧) سا : فأقول

هـ ح (١) معلوما بالرصد وكان المعلوم هـ أ ، هـ ب فإن جميع ذلك يكون معلوما
فلنصل هـ أ ، هـ ب ولنقسم زاوية هـ بنصفين بخط هـ ح (٢) ونخرجه إلى ر ونعلم (٣)



مثلي أ ح ، ب ح ط بخطي (٤) ب ط ، أي (٥) مثل (٦) ما علمنا ولأن زاوية ه منصفة فسبة أ ح ، ح ب (٧) كنسبة (٨) ه أ ، ه ب (٩) و : أ ه ، ه ب معلومان (١٠) ومثلث أ ه ب معلوم النسب فهو معلوم الزوايا فراوية ه معلومة فنصفها معلوم فتصير زوايا مثلي ه أ ح ، ه ب ح معلومة وضلعا ه أ ، ه ب معلومان فيصير نسب الأضلاع في كل واحد منها معلومة فتعلم ه ح (١١) ومثلث ح ح ر معلوم بزواوية ح وزاوية ح (١٢) الباقية من ه ح أ ومعلوم ضلع ج ح الذي هو الفضل من معلومي أ ح ، أ ح فيعلم ح ر ح ر وزاوية ر (١٣) ثم نعلم (١٤) سائر ما بقي (*)

- (۱) سا : هـ ح
(۲) سا : هـ ح
(۳) سا : فتعلم
(۴) سا : وخطی
(۵) سا : ح ط ، ا ب
(۶) سا : بمیل
(۷) سا : ا ح ، ح ب
(۸) سا : نسبة
(۹) سا : ا هـ ، هـ م معلوم
(۱۰) [و : ا هـ ، هـ م معلومان] : غیر موجود فی سا
(۱۱) سا : هـ ح
(۱۲) [وزاویة ح] : غیر موجود فی سا
(۱۳) ف : ث
(۱۴) ف : لتعلم

(•) تعيين طول وعرض الزهرة إذا عملت بالنسبة لنجمين معلومين :

أشار ابن سينال إلى أن بطليموس عرف طول وعرض الزهرة من رصد رصدها بالنسبة لنجمين معلومين من نجوم كوكبة الحمل أحدهما شمال والآخر جنوبي . فقد رصد بعد تكوين الزهرة عن الخط الواصل بين

هذا ونعود إلى حيث كنا فنقول ولما لم نجد في أبعاد الزهرة في جميع الأرصاد

النجمين ونسبة انقسام هذا الخط بالعمود النازل عليه من الزهرة . وقد أوضح كيف استنتج بطليموس الطول والعرض من ذلك ، ثم ناقش ابن سينا احتمالا آخر وهو في حالة رصد بعد الزهرة عن كل من النجمين نفسها وكيف يمكن استنتاج المطلوب

في شكل (١٢٩) نفرض \angle البروج ، نقطتي α ، β تمثلان النجمين المعلومين أحدهما شمالا والآخر جنوبا . نصل $\alpha \beta$ ليقطع البروج في نقطة γ ، ثم ننزل العمود $هـ$ من الزهرة على $\alpha \beta$ ونعده ليقابل البروج في نقطة $ر$ ، كما ننزل الأعمدة $\alpha \gamma$ ، $\beta \gamma$ ، $\alpha ر$ ، $\beta ر$ على البروج المعلوم لدينا :

$$\alpha \gamma = \text{عرض النجم } \alpha ، \quad \beta \gamma = \text{عرض النجم } \beta$$

$$\gamma ر = \text{الفرق بين طول النجمين}$$

$$\gamma هـ = \text{بعد الزهرة عن الخط الواصل بين النجمين (رصدا)}$$

$$\frac{\alpha هـ}{\beta هـ} ، \quad (\text{رصدا})$$

$$\text{في المثلثين } \alpha \gamma ر ، \beta \gamma ر :$$

$$\text{زاوية } \gamma = \text{زاوية } \gamma = 90^\circ$$

$$\text{زاوية } \alpha \gamma ر = \text{زاوية } \beta \gamma ر$$

$$\therefore \text{المثلثان متشابهان وينتج أن :}$$

$$\frac{\beta \gamma}{\alpha \gamma} = \frac{\beta ر}{\alpha ر} = \frac{\beta هـ}{\alpha هـ} \quad \therefore \frac{\beta \gamma + \alpha \gamma}{\alpha \gamma} = \frac{\beta ر + \alpha ر}{\alpha ر}$$

$$\text{لكن } \beta \gamma ، \alpha \gamma ، \beta ر ، \alpha ر \text{ معلومة}$$

$$\therefore \text{يمكن معرفة } \gamma ر \text{ وبالتالي } \gamma هـ \text{ ومن ذلك زاوية } \gamma$$

$$\text{وبالمثل يمكن أن نعلم كلاً من } \alpha ، \beta \text{ بمعرفة البعد بين النجمين}$$

$$\text{وفي المثلث } \gamma ر هـ :$$

$$\text{زاوية } \gamma هـ \text{ معلومة ، زاوية } \gamma ر هـ = 90^\circ ، \gamma ر = \alpha ر - \beta ر = \gamma ر = \text{معلوم}$$

$$\therefore \text{يمكن أن نعرف } \gamma ر ، \gamma هـ ، \text{ زاوية } ر$$

$$\text{وفي المثلث } د ر هـ$$

$$\text{زاوية } د = 90^\circ ، \text{ زاوية } ر أصبحت معلومة ، د ر معلوم}$$

$$\therefore \text{نعرف من ذلك } د هـ ، د ر \text{ حيث } د هـ \text{ عرض الزهرة}$$

$$\text{وأخيراً ، من } د ر - د هـ = ر هـ = \gamma ر = \text{الفرق بين طول الزهرة ونقطة } \gamma \text{ المعلوم}$$

$$\therefore \text{يمكن أن نعلم طول الزهرة}$$

$$\text{أما الاحتمال الذي ناقشه ابن سينا فهو بفرض عدم معرفة } \gamma هـ ، \frac{\alpha هـ}{\beta هـ} \text{ وبدلاً من ذلك نرصد}$$

$$\text{بعد الزهرة عن النجمين أي } د \alpha ، د \beta$$

$$\text{ففي نفس الشكل نفرض أن } د هـ \text{ هو منتصف زاوية } \alpha \beta ر \text{ ونعده إلى } ر$$

$$\text{وبمثل ما سبق من مثلي } \alpha \gamma ر ، \beta \gamma ر \text{ نستنتج } \gamma ر ، \gamma هـ ، د هـ ، د ر ،$$

$$\text{زاوية } \gamma$$

مجموع بعدين على نقطة أعظم من التي عند (ك ر) من العقرب وأصغر من التي تقابلها (١) حكم أن أوجها (٢) مخالف (٣) لأوج عطارد في الحركة التي أدركت لذلك ثم بين من هذين الرصدتين نسبة نصف قطر التدوير بشكل على قياس ما في عطارد فخرج الواصل جزءا وربع جزء من ستين جزءا من أجزاء نصف (٤) قطر الحامل .

فصل

في معرفة بعد مركز المعدل عن مركز البروج
لعطارد والزهرة (٥)

ثم طلب مركز المعدل لها ونسب الخطوط الواصلة فاستعمل غاية بعدين (٦) متضادين (٧) مسائي وصباحي ومركز التدوير على قرب الربع من أوج الحامل حيث يكون غاية التعديل الذي يوجهه الخارج واستخرج (٨) منها بعد مركز المعدل لكل

وفي مثلث $ا ه ب$ حيث $ا ه$ أن $ه ح$ منتصف زاوية $ه$

$$\therefore \frac{ا ه}{ه ح} = \frac{ب ه}{ه ح} \text{ ومن ذلك نعلم } ا ه$$

\therefore يمكن معرفة $ه ح = ا ه - ب ه$

ومن ناحية أخرى نحن نعلم أضلاع المثلث $ا ه ب$ ومن ذلك زواياه

\therefore زوايا $ا ه ب$ ، $ب ه ا$ ، $ا ب ه$ ($ا ب ه = ٩٠^\circ$) معلومتان

\therefore مثلث $ا ه ب$ يصبح معارفاً وينتج منه زاوية $ا ه ب$ ، ضلع $ه ح$

وفي مثلث $ه ح ر$:

زاوية $ه ح ر$ معلومة ، زاوية $ه ح ر = ١٨٠^\circ - ا ح ه =$ معروفة ، $ه ح$ معلوم

\therefore نعلم $ه ر$ ، $ح ر$ ، زاوية $ر$

ثم نكمل البرهان كما في الحالة السابقة لتعيين طول وعرض الزهرة .

(١) سا : تقابله

(٢) سا : أوجه

(٣) في هامش $ب$: يريد أن الفلك الحامل ثابت وليس لبعده الأبعد حركة

(٤) سا : غير موجود

(٥) [فصل في معرفة بعد مركز المعدل عن مركز البروج لعطارد والزهرة] : غير موجود

في سا ، د

(٧) سا : مضادين

(٦) سا : البعدين

(٨) سا : فاستخرج

كوكب بشكل فأما الشكل (١) لعطارد (٢) فقد بناه على رصدتين كان المسائى منها من أرصاد ثاون وكان ستة وعشرين جزءا وربعاً (٣) إذ كان المرئى عند الأسد ست درجات وثلاث والوسط على عشرة وجزء من اثني عشر من (٤) جزء (٥) من السرطان والصباحى مارصده بطلميوس منها والوسط ذلك الوسط بعينه والمرئى (٦) فى الجوزاء (ك هـ) (٧) فكان (٨) بينها عشرون (٩) جزءا ورابع (١٠) وقد عرف ذلك من موضعى مرئيه ووسطه فهذا لعطارد وأما بعدا (١١) الزهرة اللذان رصدهما فقد كان الوسط على خمسة وعشرين ونصف (١٢) من الدلو والصباحى (١٣) منها كان (١٤) (محل) وجزءا من اثني عشر من جزء (١٥) والمسائى (مح ك) (١٦) ولنقص (١٧) لبيان الشكل ليكون أ ح الخط الذى كان قبل ولنفرض ح (١٨) مركز المعدل و : ر (١٩) مركز (٢٠) مدار المركز فقد بان أنه يقع على أ ح (٢١) و : ب (٢٢) مركز البروج لأن (٢٣) الخط الخارج من مركز

(١) سا : لشكل (٢) سا : عطارد

(٣) ٥ : ورعب (٤) سا : غير موجود

(٥) سا : جزءا

(٦) سا : والمشتري

(٧) سا : غير موجود

(٨) ٥ ، سا : وكان

(٩) ٥ ، سا : عشرون

(١٠) سا : ورعبا

(١١) سا : بعد

(١٢) ف : فى الهامش

(١٣) سا : فالصباحى

(١٤) ف : غير موجود

(١٥) [وجزءا من اثني عشر من جزء] : غير موجود فى سا

(١٦) سا : ٥

(١٧) سا : ولنقص

(١٨) سا : ح

(١٩) ف : غير موجود

(٢٠) ف : ومركز

(٢١) ٥ : ا - وفى سا : خط

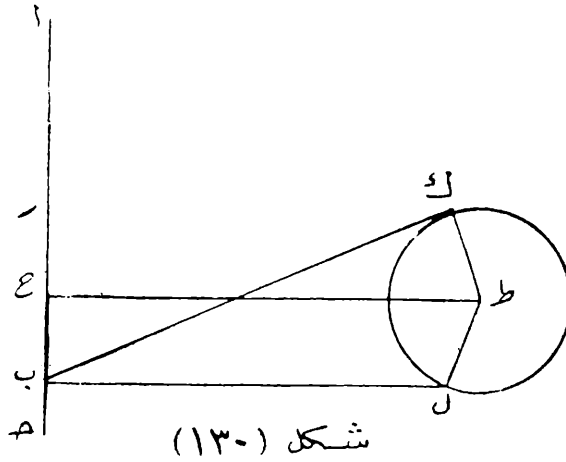
(٢٢) سا : غير واضح

(٢٣) ٥ : ولأن

المعدل مارا بمركز التدوير الذي عليه هو على زاوية قائمة إذ كان وسط الكوكب على ربع من درجة الأوج (١) وهذا يوجب تقويم (٢) الزاوية فلنخرج ح ط على قائمة وعلى ط فلك تدوير (٣) ولنخرج ب ل ، ب ك (٤) مما سين ولنصل (٥) ط ك ، ط ل ، ط ب (٦) فلأن خطي ط ل ، ط ب مثل خطي ك ط ، ط ب وزاويتي (٧) ل ، ك المتناظرتان متساويتان فالمثلثان والزوايا مساو (٨) كل لنظيره فكل واحدة (٩) من زاويتي ب نصف جميع زاوية ك ب ل ولأن البعد المسائي كان على ك والصباحي على ل وفي الحالتين مركز التدوير على ط فجميع زاوية ك ب ل (١٠) توتر (١١) مجموع البعدين فنصفه (١٢) وهو كل (١٣) واحدة (١٤) من زاويتي ب معلوم (١٥) وزاويتا ك ، ل قائمتان (١٦) فنسب الأضلاع معلومة وليس زاويتا (١٧) ب لمكان ط الوسط بل لمكانه الخقق وذلك لأن خط (١٨) ب ط خارج من مركز البروج وبه يتقوم مكان ط من البروج ومكانه الوسط كما علمت آخر وذلك لأن مكانه (١٩) الوسط ما تفرزه (٢٠) زاوية ي أ ح ط (٢١) وينتهي إليه خط ح ط (٢٢)

-
- | | |
|------------------|-----------|
| (١) سا : | الكوكب |
| (٢) سا : | التدوير |
| (٣) سا ، د : | ونصل |
| (٤) سا ، د : | ط ل ، ط ل |
| (٥) ب ، سا ، د : | وزاويتا |
| (٦) سا : | مساوي |
| (٧) د : | واحد |
| (٨) د : | ل ب ل |
| (٩) سا ، د : | لوتر |
| (١٠) سا ، د : | فنصفها |
| (١١) سا : | ل ل |
| (١٢) سا ، د : | واحد |
| (١٣) سا ، د : | معلومة |
| (١٤) سا ، د : | قائمة |
| (١٥) سا : | زاويتي |
| (١٦) سا : | خطا |
| (١٧) د : | مكان |
| (١٨) د : | ما يقرره |
| (١٩) سا ، د : | ا د ط |
| (٢٠) سا ، د : | ح ط |

لو أخرج إلى البروج وكان مركز البروج على ح وحساب هذه الأبعاد ليس من (١)
 الوسط المقوم (٢) المحقق بل من الوسط المخاذى لوسط الشمس وقد علمت الفضل
 بين الزاوية التي للوسط والتي للمعدل ولا شك (٣) في أن الفضل بينها كما علمت



زاوية ب ط ح (٤) فزاوية ل ب ط ليست زاوية بعد مسائي أو صباحي وكذلك (٥)
 زاوية ك ب ط (٦) فلا يشكل عليك أمر تساويهما بل هما زاويتان أخريان إحداها
 تنقص عن إحدى الزاويتين بمثل ما تزيد عليه (٧) الأخرى وقد (٨) علمت أن
 التعديل في جانب ينقص بما (٩) يزيد في الآخر (١٠) أو يزيد بما (١١) ينقص في
 جانب آخر ولكن (١٢) مجموع الزاويتين اللتين (١٣) تفعلان البعد بالقياس إلى نقطة

(١) [إلى البروج وكان مركز البروج على ح وحساب هذه الأبعاد ليس من] : غير

موجود في سا

(٢) سا : غير موجود

(٣) سا : ولا شك أن

(٤) ف : ب ط - وفي د : س ط ح

(٥) ف : ولذلك

(٦) سا ، د : ب ح ط

(٧) سا : عليها

(٨) سا ، د : فقد

(٩) د : ما

(١٠) سا ، د : جانب آخر

(١١) د : ما

(١٢) د : وليكن

(١٣) ب : غير موجود - وفي ف : في الهامش

ط مأخوذة بالوسط مساويتان (١) لضعف إحدى زاويتي ب إذ (٢) إحداها (٣) تنقص والأخرى تزيد بشيء واحد فيكون مجموع زاويتي البعدين المقومين أعني ك ب ل هو بعينه مجموع زاويتي البعدين بالوسط (٤) ونرجع الآن فنقول زاوية ط ب ح (٥) من مثلث ط ب ح معلومة لأن ح ب كلابعد المقوم من الأوج و: ك ب ط قد علمت ومجموعهما ط ب ح زاوية ح قائمة فنسب أضلاع ط ب ح معلومة فنسب (٦) ب ح من ب ط ، ط ك وسائر الأضلاع ومن ب أ ومن ب ر معلومة وقد خرج بالحساب أما في عطارد فقریباً (٧) من نصف خط ب ر الذي كان علم في الشكل الأول لأنه خرج خمسة أجزاء واثنتي عشرة دقيقة بالأجزاء التي بها خط ب ر عشرة أجزاء (كه) (٨) دقيقة (*) وأما في الزهرة فخرج خط ب ح ضعف خط ب ر (٩) و: ر في

(١) سا : مساويتا

(٢) سا : [ب ا د] بدلا من [ب ا د]

(٣) ف : أحدها

(٤) سا : عن الوسط

(٥) ف : ل ب ح

(٧) ب : تقريبا

(٦) ب ، سا : فنسبة

(٩) ف : ب د

(٨) سا : وخمس وعشرون

(*) تعيين مركز المعدل لعطارد والزهرة :

استعمل بطليموس لذلك أرصادا عندما كان الكوكبان عند غاية التعديل في بعدين متضادين أحدهما صباحي والآخر مساءً وعندما يكون مركز التدوير على بعد ربع دائرة عن أوج الحامل ففي شكل (١٣٠) ا خط الأوج والحضيض يقع عليه نقطة ح مركز المعدل المطلوب تمييزها ، نقطة ر مركز مدار مركز الحامل ، نقطة ب مركز البروج .

نفرض مركز التدوير عند نقطة ط حيث زاوية ا ح ط = ٩٠°

ونرسم الخطين ب ل ، ب ا مماسين لفلك التدوير

موقعا ل ، ك هما البعدان الصباحي والمساءلي

نصل ط ل ، ط ا ، ط ب والمطلوب تعيين ب ح

في المثلثين ط ل ب ، ط ل ا :

ط ل = ط ل ، زاوية ل = زاوية ل ا = ٩٠° ، ط ب مشترك

ينطبق المثلثان وينتج أن زاوية ط ب ل = ط ب ل ا = ١/٢ ل ب ل

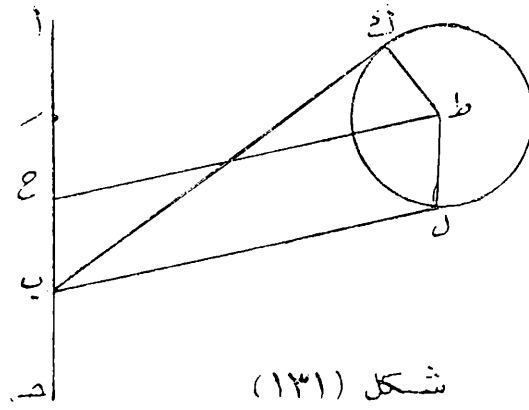
، كلا من البعد الصباحي والمساءلي معلوم بالرصد

مجموعهما وهو زاوية ل ب ل معلوم

كل من زاويتي ط ب ل ، ط ب ل معلومة وهما متساويتان

لكن زاوية ا ب ل هي البعد المقوم للنقطة ل وذلك معلوم

زاوية ا ب ل + ل ب ط = ح ب ط معلومة



الزهرة مركز الحامل بعينه وهو إلى البعد الأبعد أعنى إلى ا فنخط ب ح في الزهرة
(ب ل) بالتقريب من خط رأ إذا كان (١) رأ ستين (٢) وكان خط ب ر واحدا وربعا (٣)
فيقع في عطارد لا محالة بين ر ب وفي الزهرة بين رأ (٤) كما علمنا علته (٥) .

فصل

في معرفة بعد (٦) مركز الحامل عن (٧) مركز المعدل لعطارد (٨)

ثم بين بعد مركز المعدل عن مركز الحامل في عطارد خاصة وهو (٩)
ذلك الشكل بعينه مسقطا منه فلاك التدوير وقد أخرج على (١٠) رعمود ر ن مساويا

وفي المثلث ح ب ط :

زاوية ح = ٩٠° ، زاوية ح ب ط معلومة

∴ نعرف النسبة $\frac{ح ب}{ط ب}$

لكن النسبة $\frac{ط ب}{ط ل}$ معلومة ∴ $\frac{ح ب}{ط ل}$ معلومة

أى أن موقع النقطة ح يصبح معلوما

(١) سا : كان خط

(٢) ف ، سا : شيتين

(٣) ب ، سا : ورديع

(٤) سا : [س ر] بدلا من [بين ر]

(٥) ف : عليه - وفي سا : عليه والله الموفق

(٦) ب : غير موجود

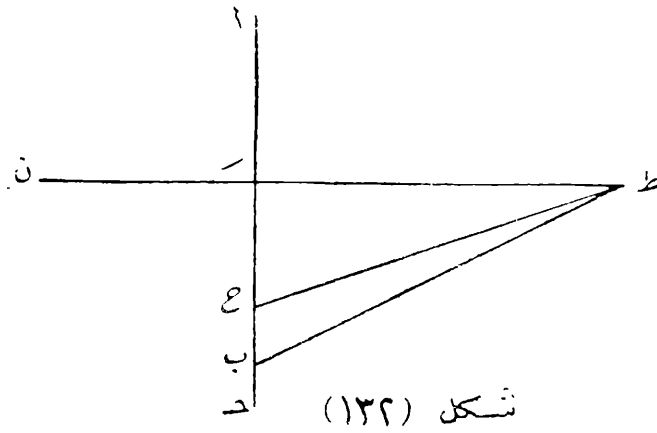
(٧) ف : من

(٨) [فصل في معرفة بعد مركز الحامل عن مركز المعدل لعطارد] : غير موجود في سا ، د

(٩) سا : فهو

(١٠) سا : غير موجود

١ : رأ (١) ومعلوم أن ر ن يتحرك على ر و تحرك (٢) الأوج و : ح ط يتحرك أيضا وتحرك ط (٣) مركز التدوير إلى جهة مضادة لجهة حركة ر ن يتوافقان (٤) معا ويكون الزمانان إلى متوافقيهما (٥) متساويين لا محالة وحينئذ يصير ط (٦) على



ن (٧) لأن مركز التدوير متى صار على هذا الخط صار على الأوج من الحامل ولأن مركز الحامل يتحرك لا محالة حول ر حركة مساوية لحركة أ أعنى ن (٨) فيكون مركز الحامل دائما على الخط المستقيم الواصل بين ر وبين أ أعنى ن (٩) وليكن (١٠) نقطة م ولأن خط ب ر القاعدة صغير جدا بالقياس إلى خط ك ر (١١) فزاوية ط ر ب ليست أقل من قائمة بشيء محسوس فخطا ط ر ، م ن (١٢) كخط واحد مستقيم عند الحس و : أ ر أعنى ر ن معلوم وكان علم خط ب ط و خط ط ر (١٣) يعلم من ذلك فجميع ط ن معلوم ولا محالة أن م حينئذ يكون منتصفه فيكون م ن معلوما يبقى ر م

-
- (١) سا : [أ ر أ] بدلا من [ر : ر أ]
 (٢) سا : ويخرج ر
 (٣) سا : ويخرج
 (٤) ف : قبوا فيان
 (٥) سا : يوافقها
 (٦) سا : نصير
 (٧) سا : ر
 (٨) سا : ر
 (٩) سا : ر
 (١٠) سا : ولتكن
 (١١) سا : ط ر
 (١٢) ف : ط ر ، ر م ن
 (١٣) سا : و ط ر

معلوماً وخرج بالحساب قريباً (١) من (٢) خط (٣) ب ح (*) ثم بين أن الذى وجدته بالرصد منعكس صحيح وأن الأشياء إذا وضعت على ما وضعه يوجب (٤) أن يكون الحساب موافقاً للرصد أى أنه إذا كان الوسط على تثليث الأوج عند عاشر الدلو أو التوأمن (٥) كان مجموع فضل التعديل من الجانبين (مر ٥٠) وهو ما يوتره قطر فللك التدوير فليكن القطر المار بقطر بالبعدين هو خط أ ب ح د هـ ر : أ أوج و : هـ حضيض و : ب مركز مدار الحامل و : ح مركز المعدل و : د حيث (٦) الإبصار وليكن على ر تدوير بعده عن الأوج ثلث (٧) دائرة ونصل (٨) ح ر (٩) فتكون زاوية ح معلومة وهى توتر (١٠) الثالث وليكن ب ح هو الخط الخارج من

(١) سا : قريب

(٢) سا : ط من

(٣) سا : غير موجود

(*) يمين بعد مركز الحامل من مركز المعدل لعطارد :

نفرض أن أ ح خط الأوج والحضيض (شكل ١٣٢) يقع عليه نقطة ح مركز المعدل ، ر مركز مدار مركز الحامل ، ب مركز البروج ، ط مركز التدوير

من المعروف في حالة عطارد أن خط الأوج ر أ أو ر ب المساوى له يتحرك حول ر محركاً معه الأوج ، وأن ح ط يتحرك أيضاً في عكس الاتجاه حتى إذا تلاقيا أصبحت نقطة ط عند الأوج ومن جهة أخرى ، حركة مركز الحامل حول ر = حركة الأوج أو حركة ب حول ر . وهذا المركز يقع دائماً على الخط ر ب وليكن نقطة م

∴ زاوية ط ر ب = قائمة تقريباً

∴ ط ر ب خط مستقيم حيث نقطة م منتصفه

وفى الثالث ط ر ب :

زاوية ر = ٩٠° ، ط ب معلوم

∴ يمكن معرفة ط ر ومن ذلك نعلم ر م وهو البعد بين مركز الحامل ومركز المعدل

وقد تبين من الحسابات أنه يساوى تقريباً الخط ب ح

(٤) سا : يوجب

(٥) سا : غير واضح

(٦) ف : جيب

(٧) ب : غير واضح

(٨) ف ، سا : وفضل

(٩) ف ، سا : جزء

(١٠) سا : بوتر

ولأن ضاهي ب ح ، ب ح (١١) بالتقريب متساويان (١٢) إذ بان أن الخط الواصل بين مركز مدار مركز الحامل وبين مركز الحامل (١٣) مساو للواصل بين مركز مدار حركة (١٤) الحامل وبين مركز (١٥) المعدل فيكون إذن (١٦) كل واحدة من

0-4

زاويتي ح ، ح نصف (فك) (١) أعني (س) (٢) مثل زاوية ب فيكون المثلث
متساوي الأضلاع وقد كانت باقية د ح ر (٣) (س) (٤) جزءا
فهى (٥) مثل مقاطعتها (٦) فخط ح ر مستقيم وقد كان علم نسبته إلى ب ح أعني
إلى ح فبأى ح ر معلوم ونخرج من د عمود (٧) دل (٨) على ح ر فيقع داخلا
لأن زاوية د ح ر من مثلث (٩) د ح ر (١٠) حادة وليكن (١١) عمود دل ومثلث
ح دل القائم الزاوية معلوم زاويتين وضلع ح د ف : ح دل (١٢) منه (١٣)
و : دل معلومان وباقى ل ر (١٤) معلوم فيعلم من ذلك (١٥) مثلث دل ر لأنه
معلوم ضلعين وزاوية قائمة فيعلم (١٦) خط د ر و : ر ط نصف قطر التدوير معلوم
وكذلك ر ك ر زاويتا ك ، ط (١٧) قائمتان (١٨) فيعلم زاوية ك د ط وخرجت
بالحساب على موافقة الرصد (*).

-
- (١) سا : مائة وعشرين
(٢) سا : ستين
(٣) ف : د ح ل - وفى سا : د ح
(٤) سا : وستين
(٥) ب : وهى
(٦) ب : مقاطعها
(٧) سا : عمودا
(٨) سا : غير موجود
(٩) [د ح ر من مثلث] : غير موجود فى سا
(١٠) ف : د ح ر - وفى سا : د ح ر
(١١) ب ، سا : فليكن
(١٢) سا : [ف : ح د]
(١٣) سا : غير موجود
(١٤) سا : ا ن
(١٥) [من ذلك] : غير موجود فى ف
(١٦) سا : ويعلم
(١٧) ف : ل ، ط
(١٨) [وزاويتا ل ، ط قائمتان] : غير موجود فى سا
(*) مقارنة الرصد بالحساب لعطارد :

قارن بطليموس الرصد بالحساب فى حالة عطارد عندما يكون الوسط عند تثليث الأوج (الوسط
هو الزاوية بين الأوج ومركز التدوير بالنسبة لمركز المعدل). وقد أثبت أن كلا من الحساب والرصد
يعطى فى هذه الحالة :

مجموع فضل التعديل من الجانبين أى الزاوية المقابلة لقطر فلك التدوير عند مركز الإبصار = $45^\circ 47'$ ،
 فليكن فى شكل (١٣٣) $\angle \alpha = \angle \delta$ الخط المار بالأوج Γ ، وركز مدار مركز الحامل β ،
 ومركز المعدل γ ، ومركز الإبصار δ والحضيض ϵ . ولتكن نقطة ρ مركز التدوير عند التثليث ، أى
 أن زاوية $\Gamma = \rho = 120^\circ$ ، $\angle \beta = \angle \gamma$ الخط الواصل بين مركز مدار الحامل ومركز الحامل أى الخط
 المحرك لمركز الحامل .

حيث أن حركة مركز التدوير من جهة Γ = حركة مركز الحامل من جهة Γ ومضادة لها
 . . زاوية $\Gamma \beta \gamma = 120^\circ$. : زاوية $\beta \gamma \rho = 60^\circ$.

لكن $\angle \gamma = \angle \beta = \angle \alpha$ تقريباً لأننا وجدنا أن المسافة بين مركز الحامل ومركز مدار الحامل
 تساوى المسافة بين مركز مدار الحامل ومركز المعدل .

: زاوية $\gamma = \angle \beta = \angle \alpha = 60^\circ$.

لكن زاوية $\delta \gamma \rho = \rho = 180^\circ - 120^\circ = 60^\circ$.

: $\gamma = \angle \rho$ على استقامه $\rho = \gamma$.

لكن النسبة $\frac{\gamma}{\beta} = \frac{\rho}{\gamma} = \frac{\gamma}{\gamma} = 1$ معلومة

: $\gamma = \rho$ يصبح معلوماً

والآن نسقط δ ل عموداً على $\gamma = \rho$

: فى المثلث $\delta \gamma \rho$:

زاوية ρ قائمة ، $\gamma = \rho$ معلوم ، باقى الزوايا معلومة

: يمكن معرفة $\gamma = \rho$ ، δ ل

: المستقيم ρ ل يصبح معلوماً

وفى المثلث $\delta \gamma \rho$:

الضلعان δ ل ، ρ ل معلومان ، زاوية ρ قائمة

: δ ل يصبح معلوماً

وفى المثلثين $\delta \gamma \rho$ ، $\delta \gamma \beta$ القائمة الزاوية :

ρ ل ، δ ل ، γ ل ، ρ ل كلها معلومة

: نعلم الزاويتين ρ ل ، γ ل

: مجموعها ρ ل + γ ل = β ل = δ ل = معلوم

وقد خرجت قيمتها بالحساب مساوية للرصد

فصل

في تصحيح حركات عطارد الدورية (١)

ثم بين بعد ذلك (٢) كيف صحح الحركات الدورية فأما الوسط فهو مساو لوسط الشمس وأما الاختلاف فيبينه في كل واحد منها برصد معلوم التاريخ معلوم فيه وسط الشمس ووسط (٣) الكوكب ومعلوم بالرصد (٤) تعديله أما عطارد فرصده (٥) بالقياس إلى قلب الأسد (٦) وإلى القمر أيضا بأن كان متخلفا (٧) عنه بقريب (٨) من جزء واحد وسدس جزء (٩) فكان وسطه في الثور (ك ب لد) (١٠) ومكانه المعدل ببعده المسائي في الجوزاء (ير ل) وإذا علم هذا فيسهل (١٢) أن يعرف مكانه في الاختلاف (١٣) فلتكن زاويتا أ ح ر، أ ب ح منفرجتين لأن بعد وسط مركز التدوير كان فوق ربع دائرة من الأوج وراويتا أ ب ح (١٤) ، أ ح ر تكونان (١٥) متساويتين (١٦) ونصل (١٧) ر ح ، ح د (١٨) وعلى (١٩)

(١) [فصل في تصحيح حركات عطارد الدورية] : غير موجود في سا ، د

(٢) سا ، د : ذلك أنه

(٣) سا : بوسط - وفي د : فوسط

(٤) د : غير واضح

(٥) د : فرصد

(٦) سا ، د : العقرب - وفي ب : [الأسد] وبين السطرين [العقرب]

(٧) سا ، د : مختلفا

(٨) د : تقريب

(٩) [واحد وسدس جزء] : غير موجود في سا ، د

(١٠) ف : ب لد - وفي د : ك ب لد

(١١) د : فإذا

(١٢) ف : فيسهل

(١٣) [ببعده المسائي في الجوزاء (ير ل) وإذا علم هذا فيسهل أن يعرف مكانه في الاختلاف] :

غير موجود في سا

(١٤) د : أ ب ح

(١٥) سا : يكونان - وفي د : تكون

(١٦) د : متساويتين

(١٧) سا : وفصل

(١٨) [ح د] : غير موجود في سا ، د

(١٩) سا ، د : وعليه

ح ر (١) من ح عمود ح م ومن د عمود د ن وليكن (٢) ل موضع الكوكب
ونصل (٣) د ل ، ر ل (٤) ونخرج د ر ، ح ر إلى ط ، ك على استقامة
خطى د ر ، ح ر ويكون ط الأوج الثابت الذى لا يتغير و : ك الذى بالرؤية
ويتغير ويخرج عمود ر س فلأن وسط الشمس معلوم فزاوية أ ح ر معلومة
وكذلك (٥) أ ب ح (٦) وباقية ح ب ح معلومة (٧) ولأن ب ح ، ب ح
متساويان (٨) فراويتا ح ، ح معلومتان فالثلث معلوم نسبة (٩) الأضلاع ولأن
زاوية ب ح ح (١٠) معلومة وزاوية ب ح م معلومة لأنها مقاطعة باقية ر ح د تبقى زاوية
ح ح م معلومة وزاوية م قائمة و : ح ح معلوم فإذا (١١) مثلث ح ح م معلوم (١٢) نسب (١٣)
أضلاعه وزواياه ويخرج (١٤) م ح (١٥) بالحساب (١٦) (أنج) (١٧) بالأجزاء
التي بها ح ر ستون جزءا (١٨) و : ح ح (ب ما) (١٩) و : ح م (٢٠) نج (٢١)

-
- (١) سا ، د : غير موجود
(٢) سا : ولتكن
(٣) سا ، د : فنصل
(٤) سا ، د : د ل ، ر ل
(٥) د : فكذلك
(٦) سا ، د : ا ب ح
(٧) في د بعد ذلك : فلذلك ا ب ح وباقية ح ب ح معلومة
(٨) سا : متساويتان
(٩) سا ، د : ونسبة
(١٠) د : ح ب ح
(١١) سا : فإذا
(١٢) [فإذا مثلث ح ح م معلوم] : مكرر في د
(١٣) سا ، د : ونسبة
(١٤) سا : ونخرج
(١٥) سا ، د : م ح
(١٦) سا ، د : غير موجود
(١٧) سا : ا ر ح - ف : ا ب ح - وفي د ن ا ل ح
(١٨) سا ، د : غير موجود
(١٩) [و : ح ح (ب ما)] : في هاشم ب - وفي غ : غير موجود - وفي سا :
[و : ح ح (د يا)]
(٢٠) د : [و : ح م]
(٢١) ف : ب ح - وفي سا ، د : ثمان وخمسون

دقيقة فيكون م ر قريبا من مساواة ح ر (١) لأن قاعدة ح م (٢) قريب من
(نح) دقيقة وزاويتان ، د حر (٤) معلومتان و : ح د معلوم ف: جن (٥) معلوم (٦)
و : ن د معلوم ف: ر ن (٧) من بعد (٨) م ر (٩) معلوم (١٠) فوتر (١١)
رد معلوم وزاوية (١٢) ر د س (١٣) بالرصد معلومة (١٤) و : س قائمة فمثلث ر د س
معلوم و : ل ر س معلوم من ضلعين وقائمة وجميع زاوية ل ر د تنقص زاوية د ر ن
تبقى زاوية ن ر ل (١٥) معلومة وخارجة ل ر ك مع مقاطعة ك ر ط معلومتان (١٦) فقوس
ط ل معلومة (١٧) وخرج (*) بالحساب (وسط كز) ثم استعمل رصدا (١٨) آخر

(١) سا ، ا ح ر (٢) ف ، د : د : ح ر

(٣) ف : بح - وفى سا ، د : ثمان وخمسون

(٤) ف ، سا : ن ، ن - وفى د : ن ، ن ح د

(٥) د : [ف : ح ر]

(٦) سا ، د : غير موجود

(٧) سا : [و : ر ن]

(٨) سا ، د : مر بعد (٩) سا : من ح

(١٠) د : غير موجود

(١١) د : فوتر

(١٢) ف : وزاويتا

(١٣) سا : ن د س

(١٤) سا : معلوم

(١٥) سا : ب ر ل

(١٦) سا : معلومان (١٧) سا : معلوم

(١٨) ف : رصد - وفى سا : رصدا ا

(٩) تصحيح موقع عطارد من الأوج المرئي المتغير إلى الأوج الثابت :

في شكل (١٣٤) نفرض المستقيم ا ب ح د خط المراكز حيث نقطة ب مركز مدار مركز الحامل
ونقطة ح مركز المعدل ، ونقطة د مركز الإبصار ، ولتكن ح مركز الحامل ، ر مركز التدوير حيث
الكوكب عند ل .

نصل ح ر ونعده ليقابل التدوير في نقطة ط . ∴ الأوج الثابت

ونصل د ر ليقابل التدوير في نقطة ل . ∴ الأوج المرئي المتغير

المفروض أننا رصدنا زاوية ل د ر أى عرفنا القوس ل د

والمطلوب إيجاد القوس ل ط

نصل ب ح ، ح ر ، ل ر ، ر ح وننزل العمودين ح م ، د ن على ح ر والعمود د س

على د ل

بما أننا نعرف الزاوية التي سارها مركز التدوير = ا ح ر وهي تساوى وتضاد الزاوية التي

سارها مركز الحامل $ج = ا ب ج$

$$\therefore ا - ر = ا ب ج$$

$$\therefore ج - ا ب ج = ١٨٠ - ا ب ج = معلومة$$

لكن $ب ح = ب ح$ لأن المسافة بين مركز الحامل ومركز مداره تماوى المسافة بين مركز مداره ومركز المعدل .

\therefore زاويتا $ج ح ج$ ، $ج ح ج$ معلومتان

من ذلك يمكن معرفة نسب أضلاع المثلث $ج ح ج$

ومن جهة أخرى نحن نعلم زاوية $ا ح ر$

$$\therefore د ح ر = ١٨٠ - ا ح ر = معلومة$$

ولكن زاوية $د ح ر$ تتقابل زاوية $ج ح م$ بالرأس

$$\therefore ج ح م = د ح ر = معلومة$$

\therefore زاوية $ج ح م = ج ح ج - ج ح م$ تصبح معلومة

وفي المثلث $ج ح م$:

زاوية $ج ح م$ معلومة ، زاوية $م = ٩٠^\circ$ ، $ج ح م$ معلوم

\therefore المثلث يصبح معلوماً ومن ذلك نعرف قيمة $م ح$ ، $ج م$

وفي المثلث $ح د ن$:

زاوية $ن = ٩٠^\circ$ ، $ح د معلوم$

\therefore نعلم $ح ن$ ، $د ن$ وبذلك يصبح $ر ن$ معلوماً

وفي المثلث $ر د ن$:

زاوية $ن = ٩٠^\circ$ ، والضلعان $د ن$ ، $ر ن$ معلومان

\therefore يمكن معرفة الضلع $ر د$

وفي المثلث $ر د س$:

زاوية $س = ٩٠^\circ$ ، والضلع $ر د$ معلوم ، وزاوية $ر د س$ معلومة بالرصد

\therefore نستطيع إيجاد الضلع $ر س$ والزاوية $س ر د$

وفي المثلث $ل ر س$:

زاوية $س = ٩٠^\circ$ ، والضلعان $ر س$ ، $ل ر$ معلومان

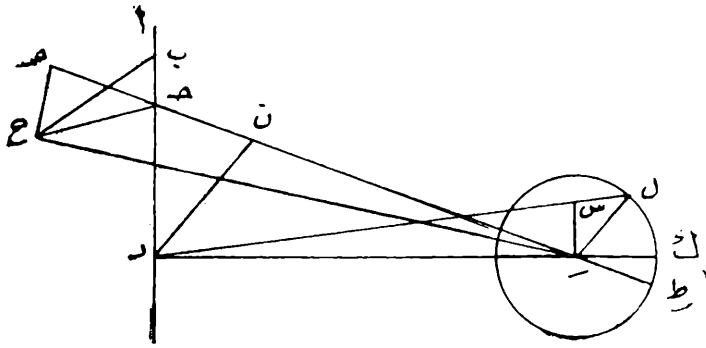
\therefore يمكن معرفة زاوية $ل ر س$

\therefore زاوية $ل ر د = ل ر س + س ر د$ تصبح معلومة

\therefore زاوية $ن ر ل = ل ر د - د ر ن$ معلومة

وبذلك زاوية $ل ر ط = ١٨٠ - ن ر ل$ تصبح معروفة

أى أن القوس $ل ط$ يمكن إيجادها .



شكل (١٣٤)

معلوم التاريخ فبين أيضا البعد من الأوج فيه (١) فعلم أنه في مدة ما بين التاريخين (٢) كم دورة تمت في الاختلاف وما مقدار القوس الفاضلة واعتبر (٣) أيضا بعدا صباحيا بقياس الكوكب الذي (٤) في (٥) جهة (٦) العقرب قال فكان بعد عطارد (٧) من الخط المستقيم (٨) المار بالكوكب (٩) الشمالى من الجهة والوسط منها أما إلى الشرق (١٠) فقريب من قطر القمر وأما إلى الشمال من الكوكب الشمالى (١١) فقريب من قطرى القمر فعرف من ذلك موضع عطارد أما أن (١٢) كيف يعرف ذلك فأقول ليكن الشمالى نقطة ا والجنوبى الذى هو الوسط من الجهة نقطة ب ويقاطعهما خط البروج على ح وذلك الخط د ه ولنخرج عمودى أ ه ، ب د على مثل ما ذكرنا في شكل آخر وهما وموضعاهما (١٣) معلومان بالتاريخ وليكن الكوكب

(١) ف : غير موجود

(٢) سا : التاريخ

(٣) سا : فاعتبر

(٤) سا : غير موجود

(٥) سا : إلى

(٦) سا : جهة

(٧) سا : الزهرة

(٨) سا : غير موجود

(٩) سا : غير موجود

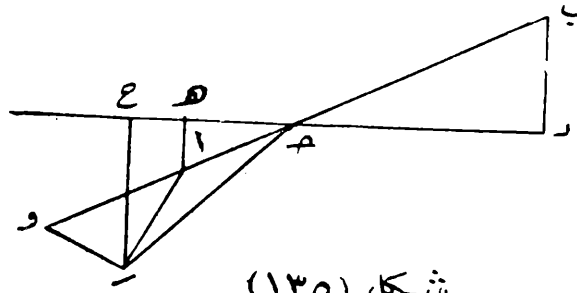
(١٠) في هامش ه : المنرب - وفي سا : المغرب

(١١) [من الكوكب الشمالى] : غير موجود في سا

(١٢) ف : في الهامش - وفي سا : غير موجود

(١٣) ه : وموضعهما - وفي سا : وسقطهما

إلى الشمال والمشرق (١) من خط ب أ على نقطة (٢) ونخرج عمود ر و وهو (٣) بعده (٤) من الخط بمقدار قطر القمر ونصل أ ر وهو بعده عن الشمال (٥) إلى الشمال فضعف ر و (٦) وكل ذلك معلوم ونصل ح ر فيعلم على قياس ما مضى لك مثلثي ب ح د ، أ ح ه وزواياهما (٧) ولأن ضلعي أ ر ، ر و (٨) من مثلث أ ر و معلومان (٩) فالمثلث معلوم فجميع ح و (١٠) معلوم وزاوية و (١١) قائمة فمثلث و ح ر معلوم فجميع



زاوية ح (١٢) معلومة (١٣) فإذا أخرجنا عمود ر ح كان مثلث ح ر ح معلوم زاويتي ح القائمة و ح (١٤) المعلومة (١٥) ومعلوم (١٦) ضلع (١٧) ح ر فصار معلوما فعلم ح (١٨) وهو طول

(٢) سا : ر ح

(١) سا : والمغرب

(٣) د : فهو

(٤) د : بعدها

(٥) سا : الشمال

(٦) سا : ر

(٧) سا : وزواياها

(٨) ف : ا : ر : ا و

(٩) سا : معلوم

(١٠) سا : ح ر

(١١) ف : م

(١٢) ف : ح

(١٣) [فجميع زاوية ح معلومة] : غير موجود في سا

(١٤) ف : [و : ح] - وفي سا : [و : ح و]

(١٥) [و : ح المعلومة] : في هامش ب - وفي ف ، سا : [المعلومة] غير موجود

(١٦) سا : معلوم

(١٧) ب : وضلع

(١٨) ف : ح و - وفي هامش ب : فعلم ح - وفي سا : ح ح فعلم ح

عطارد (١) و : رح وهو عرضها (*) فبمثل هذا اعتبر بطليموس حكم هذا المرصد

(١) ف ، ف ، سا : الزهرة

(*) تعيين طول وعرض عطارد :

عين بطليموس احداثيات عطارد عن طريق رصده بالنسبة لنجمين كما فعل في حالة كوكب الزهرة وقد اختار هنا رصداً منسوباً إلى نجمين في كوكبة المقرب معلومي الاحداثيات ، أحدهما شمالى والآخر جنوبى وقد رصد بعد عطارد عن الخط الواصل بين النجمين فوجده حيثئذ مساوياً نصف قطر القمر كما رصد بعده عن النجم الشمالى فوجده ضعف قطر القمر ومن ذلك أمكنه تعيين إحداثيات عطارد بالطريقة الآتية :

في شكل (١٣٥) نفرض نقطة ا النجم الشمالى ونقطة ب الجنوبي ، وليكن عطارد عند نقطة ر ، فيكون حسب الأرصاد ا ر = ضعف قطر القمر ، ر و العمودى من ر على ا ب = قطر القمر ولنفرض أن د ح يمثل دائرة البروج ونسقط عليه الأعمدة ا ه ، ر ح ، ب د في المثلثين ب د ح ، ا ه د :

زاوية د = زاوية ه = ٩٠° ، زاوية ب د ح = زاوية ا ه د

∴ المثلثان متشابهان وينتج أن $\frac{ب د}{ه د} = \frac{د ب}{ا ه}$

∴ $\frac{ب د + د ح + ح ه}{ه د} = \frac{ا ه + د ب + ب ح}{ا ه}$

لكن ب د + د ح + ح ه = مجموع عرضى النجمين = معلوم

، ا ه = عرض النجم الشمالى = معلوم

، د ح + ه د = الفرق بين طولى النجمين = معلوم

∴ يمكن معرفة ه د ومنه نعرف د ح

وما دنا قد عرفنا أضلاع المثلثين فقد أمكن معرفة الزوايا

∴ يصبح لدينا معلوما زاوية ه د ا وضلعى ب د ح ، ا ه د

وفي المثلث ا ر و :

∴ زاوية و = ٩٠° ، والضلعان ا ر ، ر و معلومان

∴ يمكن معرفة الضلع ا و

∴ ا ح + ا و يصبح معلوما

وفي المثلث ا ر و :

زاوية و = ٩٠° ، والضلعان ا ح ، و ر معلومان

∴ نعرف من ذلك الضلع ا ر والزاوية ر ح و

∴ زاوية ح ر ا = ر ح ا + ا ر و تصير معلومة

وفي المثلث ا ح ر

زاوية ح = ٩٠° ، زاوية ح ر ا ر معلومة والضلع ا ح معلوم

∴ يمكن معرفة ح ر وهو عرض الكوكب عطارد

وكذلك نعرف ا ح الذى منه يخرج طول عطارد

يعرف (١٠) من مجموع زاويتي ح المعلومتين و : م القائمة وخط ح ح من (١١)
مثلث ح ح م ثم يعرف (١٢) مثلث ح ح م من ضلعين وزاوية م (١٣) فيعرف ح م
فيكون (١٤) خط (١٥) ح م بالحساب (سائر) (١٦) ونعرف أيضا مثلث د ح ن

017

من زاوية د ح ن المقاطعة لزاوية م ح ب المعلومة وقائمة ن (١) وضلع ح د فيعلم (٢) مثلث در ن ويعرف رد (٣) الموتر من مثلث ر ن د (٤) ويعرف باقية أ د و قد عرفت أ د ل بالرصد فيعرف (٥) ر د ل ويعرف مثلث در س من معرفة زاويتي د ، س القائمة فيه (٦) وضلع ر د الذي علمت من مثلث ر د ن ويعرف مثلث س ر ل (٧) من ضلعي ر س ، ر ل وقائمة س فيعرف (٨) ك ل وهو البعد من الخضيض الثابت فيعرف زاوية ر ل س (٩) وتعلم خارجة ط ر ل وقد (١٠) ثبت منها ط ر ك (١١) المعلوم (١٢) يبقى ك ر ل معلومة (١٣) فيعلم ك ل (١٤) وخرج ك ل بالحساب (د ل ب) (١٥) جزءا و (ل د) (١٦) دقيقة (*).

-
- (١) [وقائمة ن] : غير موجود في سا
 (٢) سا : نعلم
 (٣) [ويعرف رد] : غير موجود في سا
 (٤) سا : ر ب د
 (٥) سا : غير موجود
 (٦) سا : فيها
 (٧) سا : س ر ل - وفي ف : ر س ل
 (٨) سا : فيعلم
 (٩) ف : ر ل س
 (١٠) ف : و بد
 (١١) ف : ط ر ل م ، والجملة [ط ر ل وقد ثبت منها ط ر ل م] في الهامش -
 [وقد ثبت منها ط ر ل] : في هامش ب وغير موجود في سا
 (١٢) سا : المعلومة
 (١٣) سا : غير موجود
 (١٤) في هامش ب : وهو البعد من الخضيض الثابت
 (١٥) ف : د ب - وفي سا : لب
 (١٦) سا : [و (مد)]
 (*) تصحيح موقع عطارد :
 نفس البرهان المذكور مع شكل (١٣٤) سوى أنه اعتبر زاويتي ا ح ر ، ا ب ح المتساويتين
 حادثتين بدلا من متفرجتين (شكل ١٣٦)

فصل

في تصحيح حركات الزهرة الدورية (١)

وأما (٢) الزهرة فقد صحح أيضا حركاتها الدورية بمثل ذلك فإنه اعتبر رصدتين
رصدًا قديمًا ورصدًا لنفسه فأما (٣) رصده فقد اعتبر حاصل (٤) الزهرة في بعد صباحي
مرصود بالقياس إلى الأعزل فوجده في العقرب (ول) واعتبره أيضًا بالقياس إلى
الكوكب الذي في جهة (٥) العقرب وبالقياس إلى القمر وكان موضع الشمس بالمعدل من
القوس (كه هـ) (٦) وبالوسط (كب ط) فلما عرف هذا استخرج منها مكان الزهرة
في الاختلاف بشكل فقال (٧) ليكن أ هـ ذلك الخط بعينه و: ب مركز المعدل و: ح
مركز الحامل و: د مركز البروج (٨) وليكن الكوكب على ك (٩) ولنجز (١٠)
على ر: درج ، ب ر ط (١١) فيكون ط الأوج الثابت و: ح الأوج المرئي الذي يتغير
ولنصل د ك وعمود ر ن وعمودى حل ، دم على ب ر (١٢) وقصدنا هو قوس
ط ك وزاوية هـ ب ر معلومة لأنها بعد الوسط عن الحضيض (١٣) المرئي يصير
مثلث ب حل (١٤) معلومًا (١٥) ومثلث ل ح ر معلومًا من ضلع ج ل وضلع ج ر
وقائمة ل (١٦) ونخرج (١٧) خط ر ل في الحساب مساو (١٨) بالتقريب ل: ح ر (١٩)

(١) [فصل في تصحيح حركات الزهرة الدورية] : غير موجود في سا ، د

(٢) سا : أما

(٤) سا : حامل

(٣) سا : وأما

(٦) سا : كه

(٥) سا : جهة

(٧) سا : غير موجود

(٨) [و : د مركز البروج] : غير موجود في سا

(٩) ف : ا ل

(١٠) سا : ونخرج .

(١١) (ف : ر د ، ر ح ، ر ط - وف : سا : ر د ، ر ح ، ر ط

(١٢) ف : ر د .

(١٣) سا : المرئي .

(١٤) سا : ح ب ل .

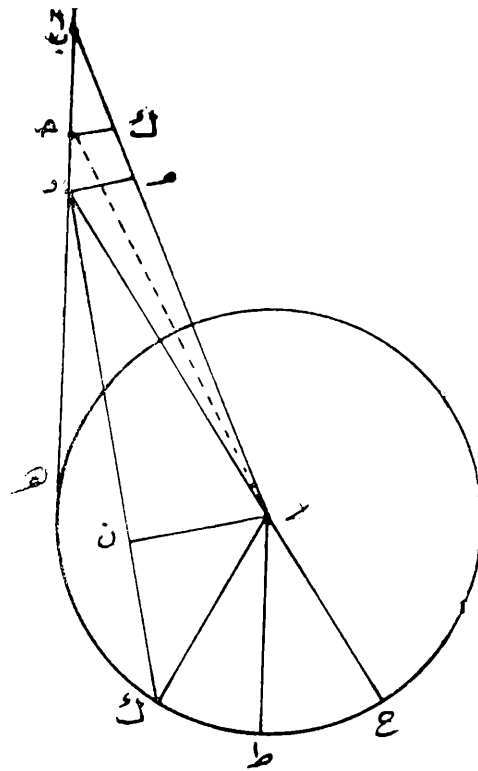
(١٥) سا : غير موجود .

(١٦) سا : [وزاوية ل القائمة] بدلا من [وقائمة ل] .

(١٧) سا : ونخرج .

(١٨) ف : مساوية - وف : سا : مساويا .

(١٩) ف : [ل : ح ب] - وف : سا : [ل : ح ب]



شکل (۱۳۷)

لأن حل القاعدة (لد) دقيقة ن وذلك لا يخالف بين هذين الساقين بما يعتد به و :
 م ل مساو لخط ل ب (۱) لأن د ح (۲) مساو ل : ح ب و يبقى م ر معلوما ويكون
 م ب (۳) ضعف م ل (۴) ف : م د (۵) ضعف حل ويعلم مثلث ر د م من ضلعي (۶)
 ر م ، م د (۷) وقائمة وزاوية ه د ك (۸) معلومة وباقية ر د ه معلومة فجميع
 زاوية ر د ك معلومة فيعلم مثلث در ن (۹) ومثلث ك ر ن وزاوية (۱۰) ك ر د (۱۱)

-
- (۱) سا : ا ب
 (۲) ف : د ح
 (۳) ف : م ن - وفی سا : م د
 (۴) سا : ح ل
 (۵) ف : [و : م د] - وفی سا [ف : ح د]
 (۶) سا : ضلع
 (۷) سا : ر د ، د م
 (۸) سا : ه ر ل
 (۹) [فيعلم مثلث در ن] : غير موجود فی سا
 (۱۰) سا : وجميع زاوية
 (۱۱) سا : ل ر د فيعلم مثلث در ن

وبقيت (١) خارجة ك ر ح معلومة ينقص منها مقاطعة ط ر ح المعلومة (٢) تبقى ك ر ط معلومة (٣) وهي التي للأوج الثابت ويبقى (٤) قوس ط ح ك (٥) معلومة (*)

(١) سا : وتبقى

(٢) سا : معلوما

(٣) [تبقى ل ح ر ط معلومة] : غير موجود في سا

(٤) ب : فبقى - وفي سا : فيبقى

(٥) ف : ط ح ل - وفي سا : ط ح م ل

(*) تصحيح موقع الزهرة من الأوج المتغير إلى الأوج الثابت :

في شكل (١٣٧) نفرض المستقيم ا ه خط المراكز حيث نقطة ا الأوج - ب مركز المعدل ، نقطة ح مركز الحامل ، د مركز الإبصار (مركز البروج) . ولتكن نقطة ل موقع الزهرة على فلك التدوير الذي مركزه نقطة ر ، ونصل ب ر ونمده ليقابل محيط التدوير في نقطة ط فتكون هي الأوج الثابت . ونصل د ر ونمده ليقابل المحيط في ح فتكون الأوج المرئ المتغير .

المطلوب تعيين القوس ل ح ط بعد الزهرة عن الأوج الثابت .

نسقط العمودين ح ل ، د م على ب ر والعمود ر ن على د ل

المعلوم لدينا زاوية ه ب ر = بعد الوسط عن الخفيض ، وكذلك البعد ب ح = ح د ، والمسافة ح ر بين مركز الحامل ومركز التدوير ، وزاوية ه ب ل

في المثلث ب ح ل

زاوية ل = ٩٠° ، ب ح معلوم ، زاوية ب معلومة

∴ يمكن معرفة ح ل ، ب ل

وفي المثلث ل ح ر :

زاوية ل = ٩٠° ، ل ح معلوم ، ح ر معلوم

∴ من ذلك نعلم قيمة ر ل

∴ ب ح = ح د في المثلث ب د م ، ح ل يوازي د م لأنها عمودان على ب م

∴ ب ل = ل م

∴ يمكن معرفة ر م = ر ل - ل م

ومن ذلك أيضاً نعلم م د لأنه يساوي ٢ ل ح

وفي المثلث ر د م :

زاوية م = ٩٠° ، والضلعان م د ، ر م معلومان

∴ نستطيع تعيين الضلع د ر والزاوية ر د م

∴ نوجد الزاوية ر د ه = ١٨٠ - (ر د م + ب د م)

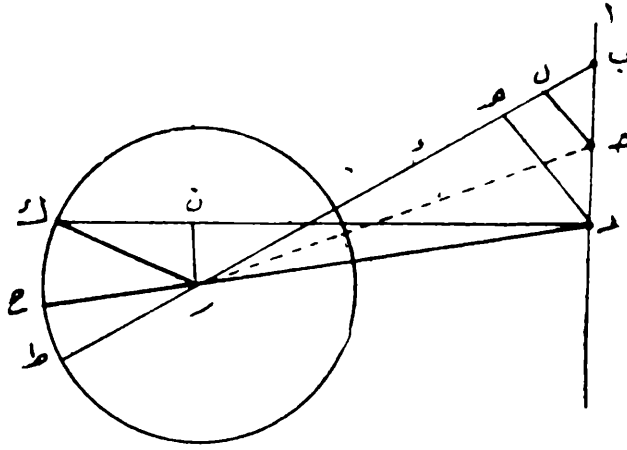
∴ زاوية ر د ل = ر د ه - ه ب ل تصبح معلومة

وفي مثلث ر د ن :

زاوية ن = ٩٠° ، الضلع د ر معلوم ، زاوية ر د ن معلومة

∴ نعرف زاوية در ن وضلع ر ن

وخرجت (١) بالحساب ٢٣٥ جزءا و ٣٢ دقيقة (٢) وأما الرصد الآخر فرصد قديم لبعد صباحي قد رصدت (٣) فيه الزهرة وكانت (٤) مستحوذة على الكوكب الذى على طرف جناح السنبله الجنوبي وعرف (٥) موضع (٦) الكوكب لذلك التاريخ فكان مكانها فى السنبله



شكل (١٣٨)

(د دى) (٧) ووسط الشمس فى الميزان (ك نط) (٨) وقد جاوز (٩) بعدها (١٠)

وفى مثلث $\triangle ر ن د$:

زاوية $\angle ن = ٩٠$ ، الضلعان $ر ن$ ، $د ن$ معلومان

∴ نعلم زاوية $\angle ر ن$

∴ زاوية $\angle ر د = \angle ر ن + د ر ن$ تصيح معلومة

ومن ذلك نعرف زاوية $\angle ر ع = ١٨٠ - \angle ر د$

لكن زاوية $\angle ر ط = ر ع = م ر د =$ معلومة

∴ زاوية $\angle ر ط$ تصير معلومة

وبذلك يمكن تصحيح موقع الزهرة \angle بالنسبة إلى $\angle ط$ الأوج الثابت

(١) سا : وخرج

(٢) سا : [د ل لب] بدلا عن [٢٣٥ جزءا ، ٣٢ دقيقة]

(٣) سا : رصد

(٤) سا : فكانت

(٥) سا : عرف

(٦) سا : غير موجود

(٧) سا : مح دى

(٨) ف : $\angle ر ن ط -$ وفى سا : $\angle ر ن ط$

(٩) سا : [كان $\angle ر$] بدلا من [جاوز]

(١٠) سا : بعده

الصباحي إذ كان رصد قبل هذا الرصد بأربعة أيام فكان (١) هذا الكوكب وجد (٢) بحيث إذا قيس بوسط الشمس فكان (٣) بعده (مب لح) (٤) وهو (٥) يستخرج مكان الكوكب من أوج التدوير من هذا الرصد بشكل مثل الذي للرصد الأول إلا أن قطر الخارج لا يقطع التدوير والتدوير متقدم على حضيض الحامل فلأن زاوية ه ب ر فمثلث ب ح ل معلوم وأيضا (٦) ب د م ، ح ر ل ، د ر م (٧) وأيضا د ر ن ، ر ك ن (٨) ويعلم جميع زاوية ك ر د (٩) وخارجته ك ر ط فنضيف (١٠) إليها مقاطعة ط ر ح (١١) لزاوية ب ر د (١٢) المعلومة يبقى زاوية ح ر ك (١٣) معلومة فقطعة ح ك الكبرى معلومة (**) وهي بالحساب (١٤) ٢٤٣ (١٥) جزءا و ٧ (١٦) دقائق ثم قيد (١٧) الحاصل لكوكبي (١٨) الزهرة وعطارد بأن نظر زمان ما بين مبدأ (١٩) التاريخ وأقرب الرصدين إليه فنظر من ذلك التاريخ فخرج أما لعطارد فبعده من أوج التدوير (كا) جزءا و (نه) دقيقة (٢٠) وأما الزهرة فبعدها (٢١) من أوج التدوير (عا) جزءا و (ر) دقائق (٢٢) .

(٢) سا : فوجد

(١) سا : مكان

(٣) سا : يكون

(٤) سا : مت ط د - وف ف : : مب يح

(٥) سا : فهو

(٦) في هامش ب : وأيضا ر ه د ، م د ر ، د ر ن ويعلم

(٧) ف : ب د م ، ح د ل

(٨) سا : [وأيضا ب ح ، وم ، د ه د ، ون ، ل ر ن] بدلا من [ح ر ل ،

د ر م وأيضا د ر ن ، ر ل ن]

(١٠) سا : تضيف

(٩) سا : ل ر ح

(١٢) سا : م ر د ، ط ر ح

(١١) سا : غير موجود

(١٣) سا : ح ر ل

(**) تصحيح موقع الزهرة :

نفس ماناقشه في شكل (١٣٧) مع اعتبار وضع آخر من أوضاع فلك التدوير (شكل ١٣٨)

(١٤) ف : الحساب - وف سا : غير موجود

(١٥) ف : ٢٥٢ - وف سا : ر ن يب

(١٧) ف : قبل

(١٦) سا : وسبع

(١٩) سا : مبدا

(١٨) ف : الكوكبي

(٢٠) سا : [كار] بدلا من [(كا) جزما ، (نه) دقيقة]

(٢١) سا : فبعده

(٢٢) سا : [عار] بدلا من [(عا) جزما ، (ر) دقيقة]

فصل

فما (١) يحتاج إلى تقديمه في تبين أمر سائر الكواكب (٢)

وأما الكواكب العلوية فلم يكن سبيل تعرف حركاتها (٣) سبيل الزهرة وعطارد إذ (٤) كانت قد تبعد عن الشمس كل أنحاء (٥) البعد ولكن استعمل في تعرفها (٦) مقابلات لأن الكوكب لمسير الشمس الوسط وسماها أطراف الليل وإنما اختار المقابلات لأن الكوكب في المقابلات والمقارنات مع وسط الشمس يكون على الخط المار بأوج التدوير وحضيضه فيفرد (٧) الاختلاف الذي يكون بالقياس إلى فلك البروج أعنى الذي جعل بسبب الخروج (٨) وفي المقارنات لا ترى فاختر المقابلات (٩) وأما بيان الكوكب إذا كان على الأوج والحضيض من التدوير كانت (١٠) المقارنة والمقابلة واتصل الخط المار به وبوسط الشمس خطا واحدا فذلك قد بان بشكل ليكن مركز المعدل ومركز الحامل (١١) د و مركز البروج هـ (١٢) وليس (١٣) فلك التدوير والشمس من ا الأوج والكوكب من ط وهو الأوج المرئى كان بحسب مركز (١٤) البروج أيضا لا محالة وليس (١٥) إلى ك ثم إلى ح وهو الأوج المرئى الآن فأقول إنه يكون مقارنا للشمس لأن زاوية أ ر ب (١٦) وزاوية ط ب ح التي

(١) ف : في ما

(٢) [فصل فيما يحتاج إلى تقديمه في تبين أمر سائر الكواكب] : غير موجود في سا ، د

(٣) ف : تحركاتها

(٤) سا : إذا

(٥) سا : أنحاء

(٦) سا : تعرفها

(٧) سا : فينفرد

(٨) سا : البروج

(٩) [وفي المقارنات لا ترى فاختر المقابلات] : غير موجود في سا

(١٠) سا : كان

(١١) سا : [و : د مركز الحامل] بدلا من [ومركز الحامل د]

(١٢) سا : [و : هـ مركز البروج] بدلا من [ومركز البروج هـ]

(١٣) سا : ويسير

(١٤) سا : بين السطرين

(١٥) سا : ويسير

(١٦) ف : ا د ب

إلى (١) الكاف التي هي باقى قائمتين (٢) عن ط ب ح (٣) بل التي هي عدة زوايا مساوية لمسير الشمس ولنصف إليها ط ب ح الصغرى حتى يتم دورة وينقص بإزائها من أرب زاوية رب ه المساوية ل : ط ب ح (٤) يبقى أ ه ب ف : أ ه ب ودورة (٥) مثل أرب وزوايا ط ب ح التي هي (٦) إلى ك (٧) ف : أ ه ب ودورة (٨) من فلك البروج مسير الشمس بالوسط فإذا كانت الشمس سارت أ ه ب بالوسط ودورة (٩) كان وسطها بحيث يجب أن تكون مقارنا للكوكب (١٠) واقعا على الخط الذي يجوز على الكوكب والشمس إذا أخذت (١١) الأمرين بالوسط ولم يفرق (١٢) بين الزاوية التي للتقويم والوسط (١٣) وبين الأوج (١٤) الثابت والمرئي (١٥) وأيضا ليكن الكوكب سار في فلك تدويره زاوية (١٦) ط ب ك والمركز زاوية (١٧) أرب ويزيد على الاختلاف ل ب ك (١٨) وينقصها (١٩) من مسير (٢٠) المركز فيكون الكوكب سار في الاختلاف

(١) سا : التي

(٢) سا : على

(٣) سا : ط ب ح

(٤) سا : [ل : ط ب]

(٥) سا : [و : د و ، ر ه]

(٦) سا : غير موجود

(٧) سا ، أ ك

(٨) سا : [و : د و ، ر ه]

(٩) سا : [و : د و ، ر ه]

(١٠) سا : للكواكب

(١١) سا : حدث

(١٢) سا : يقترب

(١٣) سا : وبين الوسط

(١٤) سا : [والأوج] بدلا من [وبين الأوج]

(١٥) ف : هنا خلط في المخطوط حيث يوجد هذا الجزء متأثرا عن مكانه الطبيعي بحوالى

عشر صفحات

(١٦) [في فلك تدويره زاوية] : غير موجود في سا

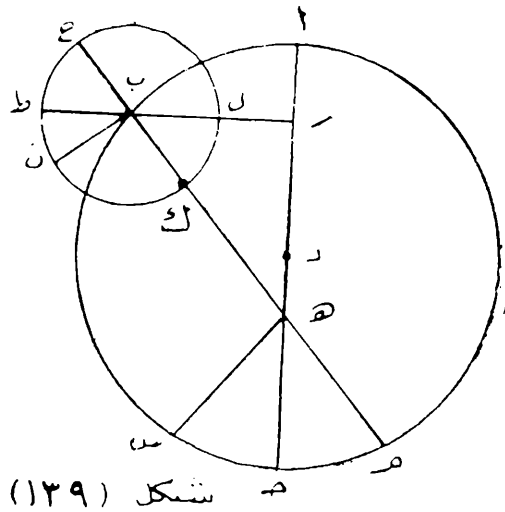
(١٧) سا : غير موجود

(١٨) ف : ل ر ك

(١٩) سا : وينقصه

(٢٠) ف : مكان

نصف دائرة ك ط ل وسار المركز (١) زاوية ا ه ب (٢) أعني مقاطعتها (٣) ح ه م (٤) فيكون على ذلك (٥) الخط فتكين على المقابلة أيضا وأيضا (٦) فإنه إذا لم يكن وسط الشمس على هذا الخط فإنه يكون (٧) دائما على خط خارج مركز البروج مواز للخط الخارج من مركز التدوير الذي عليه الكوكب وليكن الخط الذي عليه الشمس ه س ومعلوم أن زاوية ا ه س مساوية لزاويتي ا ر ب التي لمركز التدوير و : ط ب ن (٨) التي للكوكب وهو (٩) على ن أعني ن ه ح ، ح ب ن (١٠) لأن ط ب ح (١١) مثل ر ب ه ولما كان جميع زاوية ا ه س مثل زاويتي ا ه ب ، ح ب ن (١٢) يذهب ا ه ب المشترك يبقى س ه ح (١٣) مثل ح ب ن (١٤)



شكل (١٣٩)

(٢) سا : ح ه ا

(١) سا : مركز

(٣) سا : مقاطعها

(٤) سا : ح م ه

(٥) سا : هذا

(٦) ف : في الهامش

(٧) ف : تكون

(٨) ف : [و : ط ر ن] - وفي سا : وزاوية ط ب ر

(٩) سا : وهي

(١٠) ف : [ن ه ح ، ح ر ن] - وفي سا : [ل ا ، ح ح ، ب ن]

(١١) سا : ط ب ن

(١٢) ف : [ا ه ب ، ح ر ن] - وفي سا : [ا ه ب ، ط ب ن]

(١٣) سا : س ه ح

(١٤) سا : ح ب ر

فيكون خط ه س موازيا لخط ب ن وأنت يمكنك أن تعكس الشكائين وتعرف منها أن الشمس إذا كانت قد توجد بالرصد مقارنة أو مقابلة بحسب الحالين أنه يجب أن يكون مسيرها الوسط مساويا لوسط الكوكب واختلافه(*) .

(*) نظرية ٤١ :

في الكواكب العلوية عندما يكون الكوكب عند الأوج المرئي يصبح مقارنا للشمس

البرهان :

في شكل (١٣٩) نفرض أن نقطة ر مركز المعدل ، نقطة د مركز الحامل ، ه مركز البروج وليكن مركز التدوير عند نقطة ب .

نصل ه ب ونمده ليقابل محيط التدوير في نقطة ع الأوج المرئي في ذلك الوضع ، ونصل ر ب ونمده ليقابل المحيط في ط فيكون الأوج الذي بدأت من عنده حركة الكوكب .

نفرض أن الكوكب في هذا الوضع عند الأوج (ع) أي أنه سار من ط إلى ل إلى ع ، فقطع زاوية

ط ب ع الكبرى

المطلوب إثبات أن الشمس تكون حيثئذ واقعة على الخط ه ع أي مقارنة للكوكب .

من المعروف أن مسير الشمس الوسط = زاوية ا ر ب + ط ب ع الكبرى

لكن زاوية ا ر ب = ا د ب + ط ب ع الصغرى

∴ مسير الشمس الوسط = ا د ب + د ورة كاملة

∴ الشمس تقع على الخط ه ب وهو المطلوب

نظرية ٤٢ :

عندما يكون الكوكب عند الحضيض يصبح مقابلا للشمس

البرهان :

في نفس الشكل السابق نفرض أن ر ب يقطع التدوير في نقطة ل ، ونمد ه ل يقطع الحامل في

نقطة م ، ولنفرض أن ه ب يقطع التدوير في الحضيض ل .

إذا كان الكوكب عند نقطة ل يكون قد سار زاوية ط ب ل

مسير الشمس الوسط = ا ر ب + ط ب ل

لكن زاوية ا ر ب = ا د ب + ل ب ل

∴ مسير الشمس الوسط = ا د ب + نصف دورة

∴ الشمس تقع على الخط ه م أي مقابلة للكوكب

نظرية ٤٣ :

الخط الواصل من مركز التدوير إلى الكوكب يوازي الخط الواصل من مركز البروج إلى الشمس

البرهان :

في نفس شكل (١٣٩) نفرض أن الكوكب عند نقطة ن

∴ الشمس تقع على الخط ه س بحيث يكون ب ن يوازي ه س

لأن زاوية ا ه س التي سارها الشمس = ا ر ب + ط ب ن

فصل

في تبين الخروج عن المركز
في الكواكب (١) الثلاثة وبعدها الأبعد (٢)

ثم إن بطليموس بين مقدار اختلاف الكوكب ورسطه من ثلاثة مقاطرات
مرصودة يسميها أطراف اللبل مشبهة بثلاثة (٣) كسوفات أوردتها للقمر أما للمريخ
فالرصد الأول كان وهو في (٤) الجوزاء (كاح) (٥) والثاني في (٦) الأسد (كح
ن) والمدة بينهما أربع سنين مصرية وتسعة (٧) وستون يوما وعشرون ساعة استوائية
والثالث كان وهو في القوس (ب لد) (٨) والمدة بين (٩) الثاني والثالث هي أربع
سنين وستة وتسعون يوما وساعة واحدة (١٠) وقوس الفضل الوسطى بين (١١)
الأولى والثانية (فامد) (١٢) وبين الثانية والثالثة (صه كح) (١٣) وقوس الفضل
بحسب الرؤية بين الأولى والثانية (سرن) وبين الثانية والثالثة (صح مد) (١٤) وأما

$$= ا ه ب + ر ح + ط ب ن$$

$$= ا د ب + ح ط + ط ب ن$$

$$= ا ه ب + ح ط ن$$

$$\text{نكن زاوية ا ه ب} = ا ه ب + ح ط ن$$

$$\therefore ا ه ب + ح ط ن = ا ه ب + ح ط ن$$

$$\therefore \text{زاوية ب ه س} = \text{زاوية ح ب ن}$$

$$\therefore \text{ه من يوازي ب ن}$$

$$(١) ب : الكوكب$$

(٢) [فصل في تبين الخروج عن المركز في الكواكب الثلاثة وبعدها الأبعد] : غير موجود

في سا ، د

$$(٣) ب ، سا : بثلاث$$

$$(٤) ف : كاه - وفي سا : كا$$

$$(٦) سا : كان في$$

$$(٨) سا : ب ل د$$

$$(٩) سا : من$$

$$(١٠) سا : استوائية$$

$$(١١) سا : غير موجود$$

$$(١٢) ب : غير واضح - وفي سا : يامد$$

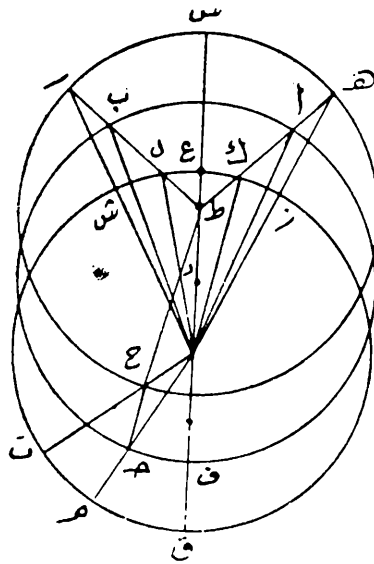
$$(١٣) ب : غير واضح - وفي سا : صه قلع$$

$$(١٤) ب : غير واضح$$

للمشترى فالرصد للحالة الأولى قد كان وهو في العنبر (كح يا) (١) وفي الثانية في الحوت (ر ند) (٢) والمدة بينهما ثلاث سنين ومائة يوم وستة أيام وثلاث (٣) وعشرون ساعة والحالة (٤) الثالثة وهو (٥) في الحمل (كد كح) (٦) والمدة بين الثانية والثالثة سنة واحدة مصرية وسبعة وثلاثون يوما وسبع ساعات وقوس الفضل الوسطى في المدة الأولى (صط يه) (٧) وفي المدة الثانية (لحو) والقوس المرئية للمدة الأولى (قد مح) والمدة الثانية (٨) (لو كط) وأما الزحل فقد كان في الرصد في الحالة الأولى في الميزان (٩) (أ ي ح) (١٠) والثانية في القوس (ط م) والمدة بينهما ست (١١) سنين وسبعون يوما و (كب) (١٢) ساعة وفي الثالثة (١٣) كان في الجدى (يد يد) (١٤) والمدة بين الثانية والثالثة ثلاث سنين مصرية وخمسة وثلاثون يوما (ك) (١٥) ساعة وقوس الفضل الوسط (١٦) في المدة الأولى (عه مح) (١٧) وفي الثانية (لرن ب) (١٨) وقوس الفضل المرئية في الأولى (سح كر) (١٩) وفي الثانية (لد لد) فليكن الحامل أ ب ح على مركز د والمعدل ه ر ح حول مركز ط والبروج ك ل م حول ن وليكن

-
- (١) سا : كح يا
(٢) ف : ر يد - وفي سا . ن لد
(٣) ب : وثلاثة - وفي سا : غير موجود
(٤) سا : والحال
(٥) سا : كان وهو
(٦) سا : يد كح
(٧) سا : قط يد
(٨) [(لحو) والقوس المرئية للمدة الأولى قد مح والمدة الثانية] : غير موجود في ف
(٩) [في الميزان] : غير موجود في سا
(١٠) ف : أ ي ح
(١١) سا : ستة
(١٢) سا : ركب
(١٣) سا : الثالث
(١٤) سا : كب كد
(١٥) سا : وعشرون
(١٦) سا : للوسط
(١٧) ف : عه مح
(١٨) ف : لد يب - وفي سا : اريب
(١٩) سا : س ح كر

من ع ف ق^(١) المار بالمركز ولتكن أ نقطة مركز التدوير في الحالة^(٢) الأولى و : ب في^(٣) الثانية و : ح في^(٤) الثالثة ولنصل بها نقطة ط ولنخرج على الاستقامة إلى المعدل حتى يكون ط أ ه ، ط ب ر ، ط ح ح^(٥) ولنصل بها أيضا نقطة^(٦) ن حتى يكون ن ك ، أن ، ن ب ، ن ج م^(٧) ومعلوم أن نقطة ألما كان عليها مركز التدوير كان الوسط على ه ولما صارت إلى ب صار الوسط على^(٨) ر وكذلك لما صار المركز إلى ج صار الوسط^(٩) على^(١٠) ح فيكون ه ، ر ، ح نقط^(١١) الأحوال الثلاثة من المعدل التي تحدد مسيرات الوسط ولنخرج ن ح^(١٢) إلى ت^(١٣) من البروج



شكل (١٤٠)

-
- (١) سا : ش ع ر له
(٢) سا : الحال
(٣) سا : غير موجود
(٤) سا : غير موجود
(٥) ف : ط أ ه ، ط ب ر ، ط ح ح
(٦) سا : من نقطة
(٧) ف : ر ك ا ن ب ن ج م - و في سا : ل ، ك ، ن ، ل ر ، م
(٨) سا : إلى
(٩) [لما صار المركز إلى ح صار الوسط] : غير موجود في سا
(١٠) سا : إلى
(١١) سا : نقطة
(١٢) سا : ر ح
(١٣) ف ، سا : ب

ف : كل م من البروج معلومة بالرصد و : هـ ر ح من المعدل معاومة (١)
 بالحساب بتسيير (٢) مركز التدوير في الحدود بحسب الجداول الموضوعة للكواكب
 وليس هـ ر ، ر ح يوتران (٣) كل ل ، ل م (٤) من فلك البروج حتى يكون أمر
 الخروج عن (٥) المركز واضحا وإنما (٦) يوتران (٧) أ ب ، ب ح (٨) من الخارج
 الخامل للمركز (٩) وهي مجهولة و : ر ش ، ش ت (١٠) اللتان (١١) يوترهما (١٢)
 هـ ر ، ر ح من المعدل مجهولتان (١٣) بينهما وبين المعلومة تفاوت ولا سبيل إلى أن
 يعلم ذلك إلا إذا علم الخروج (١٤) عن (١٥) المركز اللهم إلا أن يتجاوز إذ لا فرق
 محسوس يعتمد به بين ز ش ، ش ت (١٦) وبين كل ل ، ل م (*) فلنضع أن الامر كذلك

(١) ف : معلومة

(٢) ف : غير واضح

(٣) سا : يوتر

(٤) ف : كل ل ، ر م

(٥) ف : من

(٦) ف : ولنا

(٧) سا : يوتر

(٨) سا : أ ب ، ب ح

(٩) سا : المركز

(١٠) ف : [و : ر ش ، ش ت] - وفي سا [و : ر ش ، ش ت]

(١١) سا : التي

(١٢) سا : يوترها

(١٣) سا : مجهولة

(١٤) ف : بخروج

(١٥) سا : من

(١٦) ف : [ر ش ، ش ت] - وفي سا : [ر ش ، ش ت]

(*) مقدمة أول : تعيين مقدار الخروج عن المركز للكواكب العلوية

يمكن تعيين مقدار الخروج عن المركز من رصد الكوكب في ثلاثة مواضع

ففي شكل (١٤٠) نفرض دائرة الحامل أ ب ح مركزها نقطة د ، ودائرة المعدل هـ ر ح

مركزها نقطة ط ، ودائرة البروج ل م مركزها نقطة ن . ولنفرض أن مركز التدوير عند الأرصاد

الثلاثة كان عند نقط أ ، ب ، ح

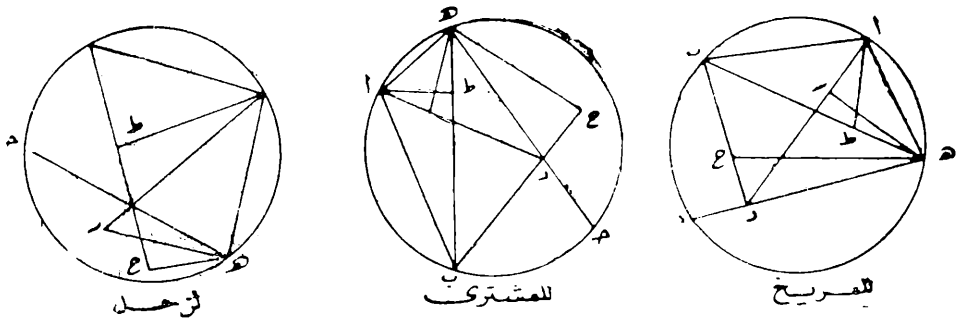
نصل ط أ ، ط ب ، ط ح فنقطع دائرة المعدل في النقط هـ ، ر ، ح على التوالي

وتكون هذه النقط هي المواقع الوسطى للكوكب عند الأرصاد الثلاثة .

نفرض أن ط أ ، ط ب قطعا دائرة البروج في نقطي ل ، ل ، ولنصل في هـ ، ن أ ،

في ل ، في ب ، في ر ، في ح ، في ن

ولنستخرج (١) به ما نريده ولأخذ من جملة الدوائر دائرة الحامل، وليكن مركز البروج فيها نقطة د ونصلها بالنقط الثلاث أعني د أ ، د ب ، د ح ولنخرج ح د (٢) إلى ه ونصل (٣) ب ه ، ه أ ، أ ب (٤) ولنخرج عمودين من ه إلى ب د ، أ د (٥) وهما ه ر ، ه ح نكن لما كانت (٦) قوس ب ح في رصد المربع أكثر من ربع دائرة وقع ه ح على ب د بين د ، ب ولما كانت (٧) في زحل



شكل (١٤١)

والمشترى أصغر منه وقع خارجا عن د ولنوقع من أ عمود (٨) ط (٩) على ه ب (١٠)

ولنفرض أن ه قطع البروج في نقطة ز وأن ه ر قطعه في ثا ش وقطع امتداد ه ب ، ه ب البروج في نقطتي م ، ت

من الحساب والجداول نعلم المواقع الوسطى ه ، ر ، ح

ومن الأرصاد نعلم المواقع النقط ل ، ج ، م

ولكى نعرف مقدار الخروج عن المركز يجب أن نعلم قيم ز ، ش ث إلى جانب معرفتنا

مواقع ه ، ر ، ح . لكن ز ش ، ث ت مجهولان وإنما يه ن أن نعتبرهما مساويان تقريبا

للقوسين ل ، ل ، ل م المعلومين

(١) ف ، سا : ونستخرج

(٢) سا : ح ه

(٣) ب ، سا : ولنوصل

(٤) سا : [ه ا ط] بدلا من [ب ه ا ، ا ، ب]

(٥) سا : ا د ، ب د

(٦) سا : كان

(٧) سا : كان

(٨) سا : عمودا

(٩) سا : غير موجود

(١٠) ب : غير واضح

وقد وقع في المريخ والمشتري مقاطعا نعمود ر ه وفي زحل غير مقاطع لما يجب أن يتأمل
 والمطلوب في جميعها أن نعرف قوس أ ه كما كان في أمر القمر وزاوية ب د : (١)
 معلومة بالرصد فزاوية ب د ه الماقية في المريخ معلومة وزاوية ه د ح (٢) المقاطعة في
 الآخرين معلومة وقائمة (٣) ح معلومة (٤) فمثلث ه د ح معلوم النسب وأيضا ب د : (٥)
 التي عند المحيط معلومة لأن قوس ب ح معلومة وزاوية ح في زحل والمشتري قائمة
 و : ه ح معلوم فمثلثا (٦) ب ر ح : ب ه ح (٧) في زحل والمشتري معلومة (٨) النسب
 وفي المريخ باقية ب ه ح من ب ه ح معلومة و : ح (٩) القائمة معلومة و : ه ح
 معلوم فمثلث (١٠) ب ه ح (١١) معلوم وزاوية ا د ح (١٢) معلومة لأن أ ب ح
 معلومة (١٣) فزاوية أ د ه وقائمة (١٤) ر وضلع ه د معلومة (١٥) فمثلث ه ر د
 معلوم النسب ولأن زاوية أ ه د التي عند المحيط معلومة وذات (١٦) ر ه د معلومة (١٧)
 ف : أ ه ر معلومة (١٨) و : ر قائمة و : ه ر معلوم فمثلث ا ه ر (١٩) معلوم النسب
 و : ا ب معلوم (٢٠) وزاوية أ ه ط التي على ا ب وقائمة ط ه ا معلومات (٢١) فمثلث (٢٢)

-
- (١) سا : ب د ح
 (٢) سا : د ح
 (٣) سا : غير موجود
 (٤) [وزاوية ه د ح المقاطعة في الآخرين معلومة وقائمة ح معلومة] : في هامش سا
 (٥) سا : ب ه ح
 (٦) سا : فمثلث
 (٧) سا : [ب ه ح] بدلا من [ب ر ح ، ب ه ح]
 (٨) سا : معلوم
 (٩) سا : [و : ح]
 (١٠) [معلوم فمثلث] : غير موجود في سا
 (١١) سا : [ف : ح]
 (١٢) سا : ا د ح
 (١٣) ب ، سا : معلوم
 (١٤) سا : ب
 (١٥) سا : معلوم
 (١٦) سا : وكان
 (١٧) سا : معلوما
 (١٨) [ف : ا ه ر معلومة] : في هامش ف
 (١٩) سا : ا ه و
 (٢٠) [النسب و : ا ب معلوم] : في هامش ف
 (٢١) سا : معلوم
 (٢٢) سا : غير موجود

أ ه ط (١) : معاوم النسب و : أ ط ، طب الباقي من ه ب معلومان و : ط قائمة ف : أب معلوم
فنسبته إلى جميع الخطوط معلومة ، لأن قوس (٢) $\frac{أ ب}{ب}$ معلومة (٣) و : أب وترها (٤)
معلوم : نسبته إلى القطر ونسبته إلى أ ه معلومة فنسبة (٥) $\frac{أ ه}{ه}$ (٦) إلى القطر معلومة
فوتر أ ه معلوم فقوس أ ه معلوم (٧) فجميع قوس أ ه معلوم (٨) فجميع قوس (٩)
ح ب أ ه (١٠) معلومة (*) وخرجت قطعة ح ه من القسي أما في المريخ ١٦١

(١) سا : [ف : ا ه ط]

(٢) سا : غير موجود

(٣) سا : القوس المعلوم

(٤) سا : الوتر

(٥) سا : فنسبته

(٦) سا : غير موجود

(٧) سا : معلومة

(٨) سا : معلومة - وفي ب : [فجميع قوس ا ه معلوم] غير موجود

(٩) سا : غير موجود

(١٠) ف : ح ب ا - وفي ه : ح ب ، ا ه

(*) مقدمة ثانية : تعيين مقدار الخروج عن المركز للكواكب العلوية .

في شكل (١٤١) نجد ثلاثة اشكال منفصلة كل واحد منها يخص كوكباً من الكواكب العلوية الثلاثة
المريخ والمشتري وزحل والسبب في ذلك هو أن بطليموس أراد أن يوضح مناقشته على أساس أرصاد
فعلية للكواكب الثلاثة وبذلك اختلفت مواقع الأرصاد بين كوكب وآخر .

أما نص هذه المقدمة فهو : إذا رصد كوكب في ثلاث نقط هي ا ، ب ، ح وكانت نقطة د هي مركز
البروج ووصلنا ح د فقابل امتداده دائرة الحامل في نقطة ه فإنه يمكن معرفة القوس ح ب ا ه

المفروض أننا نعلم موقع مركز البروج د وكذلك موقع ح أي نعرف ه ح ، ه د

نصل ه ا ، ه ب ، ا ب ، د ا ، د ب ثم نسقط العمودين ه ر ، ه ح على ا د ،

ب د (أو على امتدادهما) وكذلك العمود ا ط على ح ب

زاويتا ب د ح ، ب د ه معلومتان

ففي مثلث ه د ح :

زاوية ح = ٩٠° ، زاوية ه د ح = ه د ب أو = ب د ح حسب الشكل أي معلومة

∴ المثلث معلوم نسب أضلاعه ومنها $\frac{ح ه}{ه د}$

، ∴ القوس ب ح معلومة

∴ زاوية ب ه ح المحيطية معلومة

لكننا عرفنا زاوية د ه ح ∴ زاوية ب ه ح تصبح معلومة

جزءا وسبع دقائق (١) ووترها (٢) هو (٣) ح د (٤) (قيج) جزءا و (ك ب)

وفي مثلث $\triangle H$:

زاوية $H = 90^\circ$ ، زاوية $\angle H$ معلومة ، والنسبة $\frac{H}{D}$ معروفة

∴ يمكن معرفة النسبة $\frac{H}{D}$

وحيث أن زاوية $\angle D$ معلومة

∴ زاوية $\angle D = 180^\circ - \angle H$ تصبح معلومة

وفي المثلث $\triangle R$:

زاوية $R = 90^\circ$ ، زاوية $\angle R$ معلومة ، الضلع H معلوم

∴ باقي عناصر المثلث تصبح معلومة

وفي المثلث $\triangle P$:

زاوية $P = 90^\circ$ ، زاوية $\angle P$ معلومة (المحيطة التي تقابل $\angle H$) ، $\frac{P}{D}$ معلومة

∴ عناصر المثلث تصبح معلومة

وبذلك نكون قد عرفنا للنسب $\frac{P}{D}$ ، $\frac{H}{D}$ ، $\frac{R}{D}$ ، $\frac{D}{D}$

وفي المثلث $\triangle P$:

زاوية $P = 90^\circ$ ، النسبتان $\frac{P}{D}$ ، $\frac{H}{D}$ معلومتان

∴ يمكن معرفة النسبة $\frac{P}{D}$

لكن القوس $\angle H$ معلوم بالرصد أو $\frac{H}{D}$ نصف قطر الدائرة معلوم

وكذلك $\frac{H}{D} = \frac{H}{D} \times \frac{D}{D}$ معلوم

لكن من ناحية أخرى $\frac{H}{D} = \frac{H}{D} \times \frac{D}{D}$ نصف القطر

∴ يمكننا معرفة $\frac{H}{D}$ ومن ذلك نعرف الوتر $\angle H$ ثم القوس $\angle H$

وبذلك تصبح القوس $\angle H$ المطلوب معلوما

(١) سا : [قما ر] بدلا من [١٦١ جزءا وسبع دقائق]

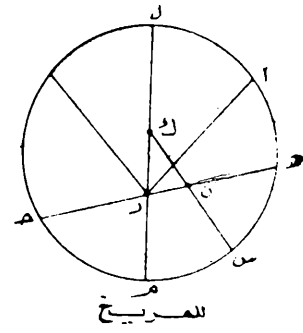
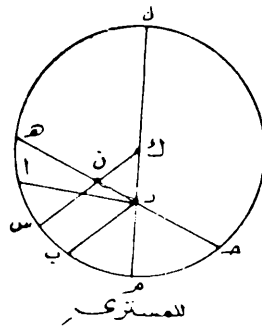
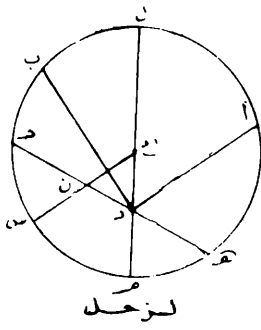
(٢) سا : ووتره

(٣) سا : ووتر

(٤) سا : ح د

دقيقة (١) وأما في المشتري؛ فخرج قوس ج ب أ د (٢) أقل من نصف دائرة (٣) إذ خرج (قير) (٤) جزءا وست دقائق (٥) ووترها (٦) وهو (٧) ح د ه (قيط) جزءا و (ن) دقيقة (٨) وأما في زحل فخرج قوس ج ه الباقي (قسط) جزءا و (كد) دقيقة (٩) والوتر (قيط) جزءا و (كح) دقيقة (١٠) ثم بين (١١) من هذا مقدار الخروج عن المركز أما في المريخ وزحل فلا (١٢) مركز الخامل ولو كان كيقع لا عمالة داخل قطعة ه أ ب ح (١٣) وأما في المشتري ففي القطعة الأخرى؛ إذ (١٤) إنما (١٥) تقع (١٦) في القطعة الكبرى ولما كان أ ب أعظم القوسين في المريخ وترحل فالمركز يقع في قطاع أ ب فيها وفي المشتري يقع في مقابلة قطاع ب ح (١٧) لأنه أعظم القطاعات التي في جهه ب د (١٨) ولنجز (١٩) على ك ، د (٢٠) المركزين (٢١) ل ك ، د م ومن ك على ح ه عمود ك ن إلى س ومعلوم أنه يقع على د د في المريخ

-
- (١) سا : [قسح كب] بدلا من [(قيج) جزءا و (كب) دقيقة]
(٢) سا : ح ر ، ا ه
(٣) سا : الدائرة
(٤) في هامش ب : قعد و
(٥) سا : [قعد و] بدلا من [(قير) جزءا وست دقائق]
(٦) سا : ووتر
(٧) سا : غير موجود
(٨) سا : [قيط ب] بدلا من [(قيط) جزءا ، (ن) دقيقة]
(٩) سا : [قسط ل] بدلا من [(قسط) جزءا ، (كد) دقيقة]
(١٠) سا : [قيط كح] بدلا من [(قيط) جزءا ، (كح) دقيقة]
(١١) سا : س
(١٢) سا : فإن
(١٣) سا : ه ا ب ح
(١٤) سا : إذا
(١٥) سا : بما
(١٦) سا : يقع
(١٧) سا : ح
(١٨) سا : ب ر
(١٩) سا : ولنخرج
(٢٠) سا : ل
(٢١) سا : والمركزين



شكل (١٤٢)

والمشترى وعلى ح د (١) في زحل حيث (٢) منتصف (٣) أوتار ح هـ ولأن د هـ معلوم ف: ح د الباقي معلوم ولأن (٤) د هـ (٥) في د ح وهو معلوم مساو لما يكون من د م في ل د (٦) وإذا كان مربع (٧) ك د مشتركاً كان جميع ذلك مساوياً لمضروب ك م نصف (٨) القطر في نفسه وهو معلوم لأن الخطوط كلها علمت بالنسبة إليه يذهب منه ن د في د م يبقى مربع ك د فيكون ك د ضلع الباقي فهو معلوم ولأن ح ن (٩) نصف ح د بسبب تنصيف العدود (١٠) المركزي (١١) فهو معلوم و: ح د معلوم ف: ن ح (١٢) معلوم (١٣) و: ك د معلوم فنسب مثلث د ك ن (١٤) معلومة (١٥) وزاوية ك معلومة فموس م س معلومة و: ح س معلومة (١٦) لأنها نصف

-
- (١) سا : د ح
 - (٢) ف ، سا : حتى
 - (٣) سا : منتصف
 - (٤) سا : فلان
 - (٥) سا : هـ د
 - (٦) سا : ل د في د م
 - (٧) سا : غير موجود
 - (٨) سا : في نصف
 - (٩) ف : ح ب
 - (١٠) سا : العمودي
 - (١١) د : المركز
 - (١٢) ف ، سا : [ف : ب د]
 - (١٣) سا : غير موجود
 - (١٤) ف : د ل ر - وفي سا : ل د ن
 - (١٥) سا : معلوم
 - (١٦) [و : ح س معلومة] : غير موجود في سا

ح ه لأن العمود يقع على نصف ح ه ونقطة ل على (١) مقابلة نقطة (٢) م الأوج والخضيض معلومان بسبب زاوية ه د ل في السفليين وهي (٣) معلومة في نفسها وبسبب ك د ن (٤) في زحل المعلومة فيعلم باقية ه د أ (٥) فبعد الأحوال عن الأوج معلوم (٦) (*) وقوس ال (٧) قد خرج بالحساب (٨) في المريخ (لو) جزءا و (لا) دقيقة (٩) وفي المشتري (عط) جزءا و (ل) دقيقة (١٠) وفي زحل (اطل) (١١)

(١) سا : على نقطة

(٢) سا : غير موجود

(٣) سا : فهي

(٤) ف : ل د ل

(٥) سا : ه د ل

(٦) سا : معلومة

(*) تعيين مقدار الخروج عن المركز للكواكب العلوية : في شكل (١٤٢) نفرض أننا رصدنا الكوكب عن النقط الثلاث ا، ب، ج وليكن مركز البروج نقطة د . نصل ج د ونمده ليقطع دائرة الحامل في نقطة ه .

حسب الأرصاد التي قام بها بطليموس ، يقع مركز الحامل ك في حالة كوكبي المريخ وزحل داخل القطعة ه اب ج بينما في حالة المشتري يقع خارجها .

نصل ك د ونمده من الناحيتين ليقابل دائرة الحامل في نقطتي ل ، م ونسقط العمود ل ن على ه ه ثم نمده ليقابل الدائرة في نقطة س .

∴ نقطة ن منتصف الوتر ح ه .

∴ د ه معلوم ، ∴ ح د معلوم .

لكن د ه × د ح = د م × ل د .

∴ يمكن معرفة د م × ل د .

لكن د م × ل د = د + ك د = ل م = مربع نصف القطر = معلوم .

∴ نستطيع إيجاد قيمة ل د .

وأيضا ل ن عمود من المركز على الوتر ح ه .

∴ ح ن = ن ه = ١/٢ ح ه = معلوم .

∴ ح ن - ن ه = د = ن د = معلوم .

في المثلث القائم الزاوية د ل ن :

زاوية ن = ٩٠° ، والضلعا ن د ، ن ه معلومان

∴ يمكن معرفة زاوية د ل ن

∴ قوس م س المقابلة لها تصبح معلومة

وكذلك قوس ح س لأنها نصف القوس ح ه

∴ قوس ح م تصير معلومة

ومن ذلك نستطيع أن نعلم زاوية ه د ل

يصبح بعد ذلك من السهل معرفة بعد جميع الأوضاع بالنسبة للأوج نقطة ل

(٧) سا : م

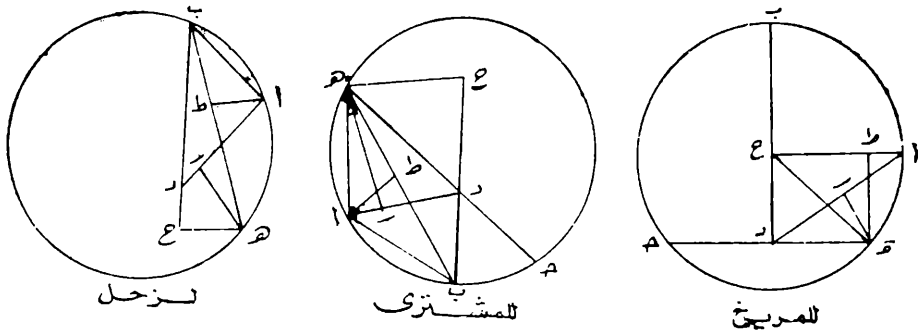
(٨) سا : غير موجود

(٩) سا : [لو ن] بدلا من [لو] جزءا ، [لا] دقيقة [

(١٠) سا : [عط ل] بدلا من [عط] جزءا ، [ل] دقيقة [

(١١) ف : يط

جزءاً و (يب) دقيقة (١) ولأن زاوية مركز البروج معلومة فما (٢) يوترها (٣) من (٤) كل (٥) قوس معلوم (٦) من فلك البروج فمواضع الأوجات (٧) معلومة وخرج الخط الواصل بين المركزين (٨) بالأجزاء التي بها نصف القطر ستون (٩) أما في المريخ (١٠) د (١٠) وأما في المشتري (هـ كـ ب) (١١) وأما في زحل (رح) .



شكل (١٤٣)

ثم شرع في إبانة التفاوت الذي يوجب الحق والذي تساهل فيه لما أخذ المعدل (١٢) مكان الحامل وذلك التفاوت هو قوس من فلك البروج رسم (١٣) بإزائها (١٤) زاوية على مركز من خطين يخرجان منه إلى الحامل وإلى المعدل في جهة واحدة فابتداءً أولاً فبين ما يقع من ذلك (١٥) في رصد الحال الأولى (١٦) لكل كوكب والأشكال منقاربة

- (١) سا : [هـ يب] بدلا من [(نظ جزما ، (يب) دقيقة]
 (٢) سا : [ا ب]
 (٣) سا : يوتره
 (٤) سا : غير موجود
 (٥) سا : [ل ل]
 (٦) سا : معلومة
 (٧) سا : الأوج
 (٨) [بين المركزين] : غير موجود في سا
 (٩) سا : ستين
 (١٠) سا : [ا ب ر] بدلا من (ب د) - وفي ف : [ف : ح ر]
 (١١) سا : [هـ كـ ب] بدلا من [هـ كـ ب]
 (١٢) سا : الحق
 (١٣) سا : قسم - وفي هامش ب : قسم
 (١٤) سا : بإزائه
 (١٥) [من ذلك] : غير موجود في سا
 (١٦) سا : الأول

في الحقيقة إلا أنه وضع في المشتري وزحل دوائر تامة ووضع في المريخ قسما وقطاعات يحتاج إليها وغير الحروف بينها فإنه وضع الشكل في المريخ على الحروف التي كانت في الشكل الذي فيه ثلاث دوائر متقاطعة واقترن في زحل والمشتري على الحمل والمعدل وأورد في المريخ قوسا من البروج ونحن وضعنا الصورة (١) على ما وضع وأما الحروف فجعلناها على هيئة واحدة بحسب ما كنا وضعنا في الشكل الذي من تلك الدوائر وأول هذه الأشكال موضوعة للحال الأولى فلتكن س ه المعدل و : ا ل الحامل : و ك خ : في المريخ البروج والمراكز كما كانت في الشكل المقدم ونخط (٢) س ل د ن (٣) يمر عليهما ويصل (٤) المراكز بالنقط ونخرج ط (٥) إلى ه ونصل ه ن (٦) ونخرج عمودى د ث ، ن ح (٧) على ه ط خ (٨) فلأن زاوية ه ط س معلومة ف : د ط ث (٩) معلومة (١٠) و : ط د معلوم على أنا نضعه أنه نصف ط ن المعلوم وقائمة ث (١١) معلومة فمثلثا ط د ث ، ط ن خ (١٢) معلومان ولأن د ث (١٣) معلوم ومجموع زاويتي د (١٤) معلوم (١٥) و : ث (١٦) قائمة فمثلث د ا ث (١٧) معلوم الأوضاع والزوايا ف : ث ا (١٨) معلوم (١٩) و : د ا معلوم و : خ ا (٢٠) معلوم ف : ن ا

(١) ف : الصور (٢) س ا : [و : ح ط]

(٣) ف : س ل د ن - وفي س ا : س ل و ن

(٤) س ا : ونصل (٥) س ا : ط

(٦) ف : ه ر

(٧) س ا : د ب ، ن ح

(٨) ف ، س ا : ه ط ح

(٩) س ا : [ف : د ط ب]

(١٠) س ا : معلوم

(١١) س ا : د

(١٢) س ا : [ط د ب] بدلا من [ط د ث ، ط ن خ]

(١٣) س ا : د ب

(١٤) في هامش ب : (قوله زاوية د معلومة غير بين وإذا لم يظهر علم هذه الزاوية لم يعلم

المثلث وفي الأصل عرف المثلث بسبب ضلعي د ت ، د ا وقائمة ت)

(١٥) س ا : معلومة

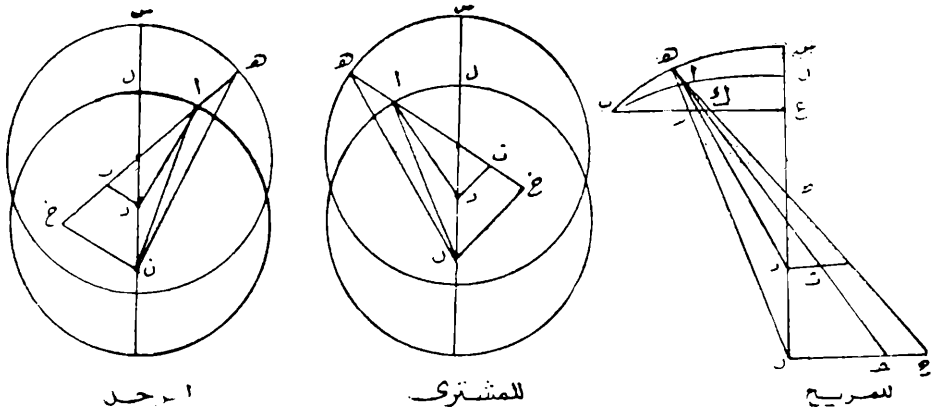
(١٦) س ا : [و : ب]

(١٧) س ا : د ا ب

(١٨) س ا : [ف : ب ا]

(١٩) ف : ق الهامش

(٢٠) س ا : [و : ح ا]



شكل (١٤٤)

معلوم فمثلث ن ا ح معلوم (١) و : ط هـ معلوم أيضا لأنه مساو ل : د ا ف : ح ط هـ
 ككله معلوم ف : هـ ن (٢) الموتر معلوم وزوايا مثلث ن هـ خ (٣) القائم الزاوية (٤)
 معلوم (٥) و : ث خ (٦) معلوم فزوايا مثلث ر ا ح (٧) القائم الزاوية
 معلومة (٨) فباقية ا هـ ن (٩) معلومة (١٠) ففوس ن ر (١١) التي يوترها (١٢)
 في فلك البروج معلومة (١٣) (*) وخرجت (١٤) في المريخ (١٥) (ل ب) (١٦)

(١) [فمثلث في ا ح معلوم] : غير موجود في سا

(٢) سا : [ف : هـ ب]

(٣) سا : هـ ف ح ، و : ح ا

(٤) [القائم الزاوية] : غير موجود في سا

(٥) في هامش ب : [و : ح ا معلوم]

(٦) سا : [و : ب ح]

(٧) سا : ن ا ح

(٨) ف ، سا : معلوم

(٩) سا : ا ب ن

(١٠) سا : معلوم

(١٢) سا : يوتره

(١١) ف ، سا : ل ن

(١٤) سا : وخرج

(١٣) سا : معلوم

(١٦) سا : اثنان وثلاثون

(١٥) سا : غير موجود

(*) تصحيح النتائج بالتمفرقة بين المعدل والحامل :

في المناقشات السابقة اعتبر بطليموس أن دائرة المعدل هي دائرة الحامل ، وهنا يناقش الفرق الذي

يحدث من هذا الافتراض .

في شكل (١٤٤) نفرض س هـ المعدل ، ا ل الحامل : ل ع للبروج في كوكب المريخ .

وليكن الخط المار بالمراكز هـ س ل د ن حيث نقطة ط مركز المعدل ونقطة د مركز الحامل ،
ونقطة ن مركز البروج

ملحوظة : لم يجدد ابن سينا هذه المراكز بل قال « والمراكز كما كانت في الشكل المقدم » ولكن يتضح
من سياق الحديث أنه يقصد المراكز المذكورة في شكل (١٤٠) .

ولنفرض أن نقط رصد الكوكب هي ا ، ب ، ج ، د

نمد ط ا ليقابل المعدل س هـ في نقطة هـ

ونصل هـ ن فيقطع البروج في نقطة ر

نسقط العمودين د ث ، ن خ على امتداد ط ا

∴ زاوية هـ ط س معلومة بالرصد

∴ زاوية د ط ث المتزايلة لها بالرأس معاومة

، ∴ البعد ط ن بين مركزي المعدل والبروج معلوم

∴ ط د = $\frac{1}{4}$ ط ن = معلوم

وفي المثلث ط د ث :

زاوية ث = ٩٠° ، وزاوية ط معلومة والضلع ط د معلوم

∴ يمكن أن نعرف زاوية ث د ط والضلع د ث

وفي المثلث ط ن خ :

زاوية خ = ٩٠° ، وزاوية ط معلومة والضلع ط ن معلوم

∴ يمكن أن نعلم زاوية خ ن ط وضلعي خ ن ، ن خ ط

وفي المثلث د ا ث :

زاوية ث = ٩٠° والضلع د ث معلوم

وزاوية ا د ث = ث د ط + ا د ط = معلومة

∴ نعرف الضلعين ث ا ، د ا

وبمثل ما تقدم يمكن معرفة الضلعين خ ا ، ن ا

لكن ط هـ = د ا = معلوم

∴ المستقيم خ ط هـ = خ ط + ط هـ = معلوم

وفي المثلث خ ن هـ :

زاوية خ = ٩٠° ، والضلعان خ ن ، ن هـ معلومان

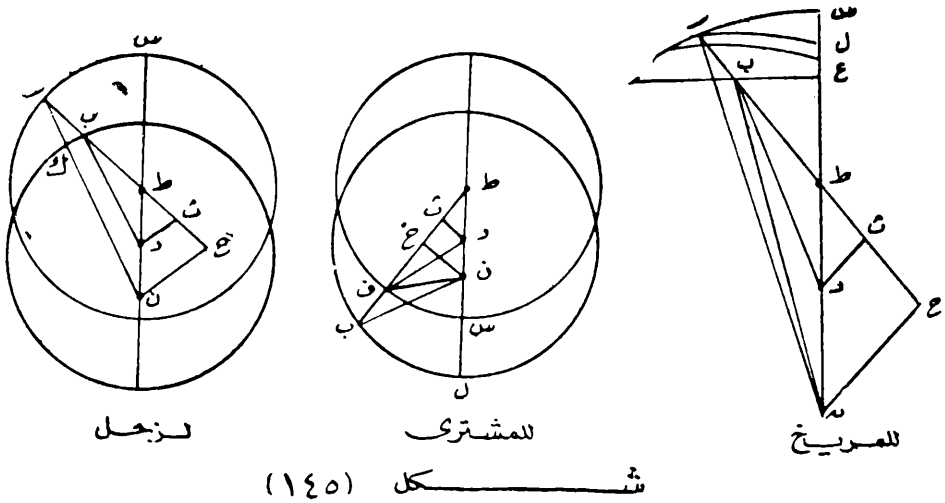
∴ يمكن معرفة زاوية خ ن هـ

∴ القوس ل ر المقابلة لها عند البروج تصبح معلومة وهي الفرق المطلوب

وقد خرج هذا الفرق في المريخ ٣٢' وفي المشتري ٣' وفي زحل ٣'

ملحوظة : نهاية البرهان في المخطوطات غير مستقيمة كما أن الأشكال غير كاملة البيانات بالإضافة إلى
أن شكل (١٤٣) الموجود في هامش المخطوط «ب» لم يستخدم .

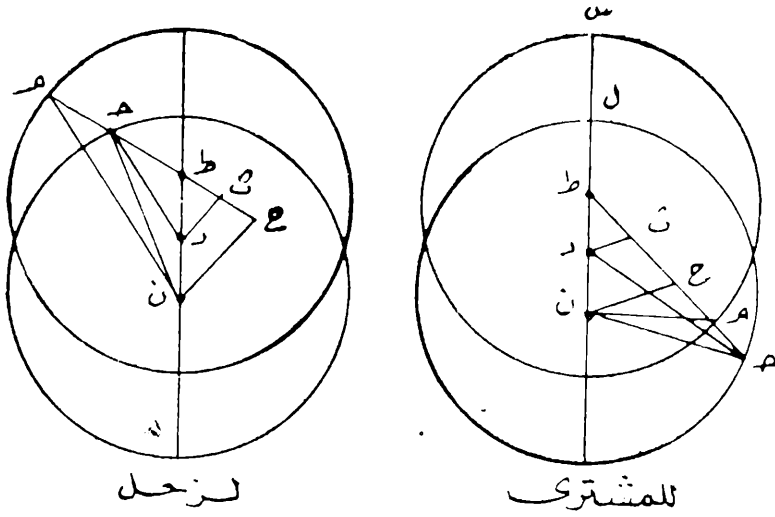
دقيقة (١) وفي المشتري ثلاث دقائق وفي زحل ثلاث (٢) دقائق . وأما (٣) أشكال
الحال الثانية فهي هذه لكن ر (٤) فيها (٥) بدل هـ (٦) ، ب بدل ا وذلك معلوم
وجهاً (٧) على ما يوجبه الحال وقد عمل (٨) في معرفة زاوية ر ن ب (٩) ما عمل (١٠)
في تلك (*) فخرج أما في المريخ (حـ) (١١) دقيقة وفي (١٢) المشتري دقيقة (١٣)



- (١) سا : دقيقة في المريخ
(٢) سا : تسع - وفي ب بين الحطرين : تسع
(٣) ف : فأما
(٤) سا : ن
(٥) سا : غير موجود
(٦) سا : غير واضح
(٧) سا : وحملها
(٨) سا : علم
(٩) سا : ن ر
(١٠) د : ما علمت

(*) تابع تصحيح النتائج بالتفرقة بين المعدل والحامل :
كانت المناقشة السابقة بالنسبة لرصد الكوكب في نقطة هـ ، وهنا اعتبر الحالة التي تم الرصد فيها في
نقطة ب ، وقد سار البرهان كما في الحالة السابقة . وقد خرج الفرق في المريخ ٣٣' وفي المشتري دقيقة
واحدة وفي زحل ٦' (شكل ١٤٥)
(١١) ب : فثلاثة وثلاثون
(١٢) ب : وأما في
(١٣) هـ : فدقيقة

واحدة وفي زحل (١) ست دقائق فبين أن البعد الأول الذي يرى هو (٢) لك ل أصغر من الوسط . وأما أشكال الجبال الثلاثة فهي (٣) هذه لكن م (٤) فيها بدل ه : ح بدل ا وجهاتها على ما يوجبه الحال وذلك معلوم وقد عمل (٥) في معرفة زاوية ح ن ح (٦) ما عمل قبل (**) فخرجت أما في المريخ ف: ن (٧) دقيقة وفي المشترى (د) (٨) دقائق (٩) وفي زحل ي (١٠) دقائق (١١) ثم أخذ يبين أن (١٢) النسب في الخطوط والزوايا إذا كانت على ما وضعت خرجت



شكل (١٤٦)

- (١) ب : ستة
(٢) ب : وهو - وفي هامش ا : يعنى في الشكل الذى فيه الأشكال أمامه
(٣) ف : وهي
(٤) ف ، ب : ح
(٥) ب : علم
(٦) ف ، ب : ح ب ح
(**) تابع تصحيح النتائج بالانفارقة بين المعدل والحامل :
اعتبر هنا حالة رصد الكوكب في نقطة ح (شكل ١٤٦) وقد تبين أن الفرق في حالة المريخ ٥٠° وفي
المشترى ٤° وفي زحل ١٠°
(٧) سا : ل
(٨) ف : ح ر - وفي سا : ستة أجزاء
(٩) سا : دقيقتان
(١٠) سا : عشر
(١١) سا : دقائق فشكل زحل قريب مما في الحالة الثانية - وفي هامش ب : وشكل زحل قريب
تما في الحالة الثانية
(١٢) سا : أن في

نسب الأحوال الثلاثة المرصودة (١) على ما رصدت وأشكال الأحوال الثلاثة متشابهة في الثلاث إلا إذا كانت مختلفة الجهات فيقع (X) في جوانب مختلفة وحكمها واحد وكانت حروف (٢) المريخ على حدة غير حروف الآخرين (٣) فجعلنا حروف الثلاثة واحدة وجعلنا للمريخ وزحل شكلا واحدا وللشترى شكلا واحدا (٤) على حدة لاختلاف جهتي العمل أما (٥) الشكل للحال الأولى (٦) فالدائرة للحامل فقط وقطر (٧) هـ ر (٨) يمر على تلك النقطة (٩) بعينها ولنصل نقطة (١٠) التي (١١) هي للحال (١٢) الأولى بالمراكز والأعمدة كما كانت فلأن زاوية ا ط هـ بالقياس إلى المعدل معلومة ف : د ط ث (١٣) معلومة (١٤) فمثلا د ط ر ، ن ط ح (١٥) معلومان و : د ا معلوم يصير على عكس ما قبل را (١٦) معلوما ويصير (١٧) ن ا (١٨) معلوما وزاوية ا معلومة تبقى (١٩) من زاوية ح ن ا زاوية هـ ن ا إحدى مقابلي هـ ط ا معلومة وخرج بالحساب مثل الرصد بالتقريب (*).

(١) سا : الموضوعه

(X) (إبتداء من هنا حدث خلط كبير في المخطوط سا

(٢) د : حروف ر ح

(٣) في هامش ب : الأخرى

(٤) ب ، د : غير موجود

(٥) د : فأما

(٦) ب : في المامش

(٧) ف ، د : وقطره

(٨) ف ، د : ن

(٩) ب : النقطة

(١٠) بين السطرين في ف : س

(١١) ب : غير واضح

(١٢) د : الحال

(١٣) ف : [ف : د ط ر] - وى د : [ف : د ط ب]

(١٤) [ف : د ط ر معلومة] في هامش ف

(١٥) ف : د ط ر ، ب ط ح - وى د : و ط ت ، ب ط ح

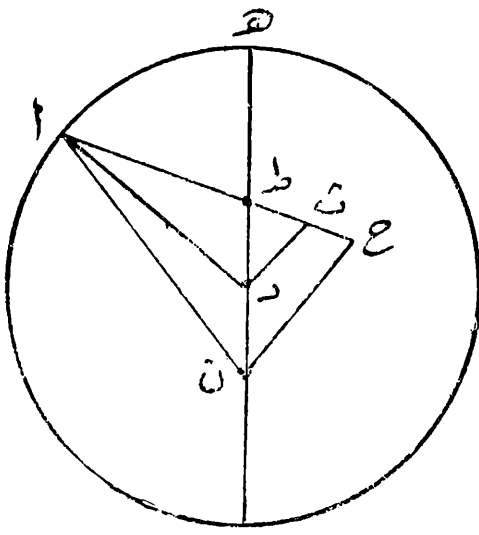
(١٦) د : ب ا

(١٧) د : فيصير

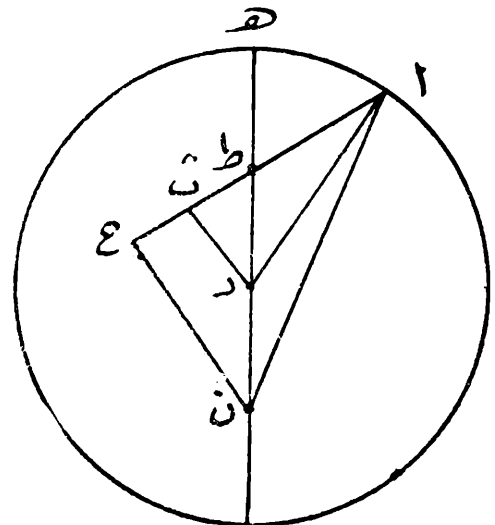
(١٨) د : ر ا

(١٩) فيبقى

(*) تصحيح النتائج بالفرقة بين المعدل والحامل إذا كانت الأرصاد في الجهة الأخرى :



للزحل



للمشتري والمريخ

شكل (١٤٧)

وأما للحال (١) الثانية (٢) فيعلم زاوية هـ ن ب (٣) من قوس هـ ب (٤) ونخرج كالمرصود (**).

هنا أخذ الرصد عند نقطة ا (شكل ١٤٧ -- الشكل ينقصه تحديد اسم الكوكب الذي يخص كل رسم) والدائرة تمثل الحامل حيث نقطة د مركزها ، نقطة ط مركز المعدل ، ونقطة ن مركز البروج .
نصل خط المراكز هـ ط د ن والمستقيمت ا ط ، ا د ، ا ن ونسقط الأعمدة د ث ، ن ع على المستقيم ا ط

∴ زاوية ا ط هـ عند مركز المعدل معلومة وهي تساوي د ط ث

∴ مثلثا د ط ث ، ن ط ح معلوما الزوايا والأضلاع

∴ يمكن معرفة ا ح = ا ط + ط ح وكذلك ح ن

∴ نستطيع معرفة الضلع ا ن وزاوية ا وزاوية ا ن ح

ومن ذلك نعرف أيضا زاوية هـ ن ا = ا ن ح - ح ن ط

وهذه الزاوية تماثل زاوية هـ ط ا عند مركز البروج وقد خرج الحساب مثل الرصد تقريبا ملحوظة البرهان في المخطوطات غامض وغير واضح

(١) د : الحال (٢) ف : الثالثة

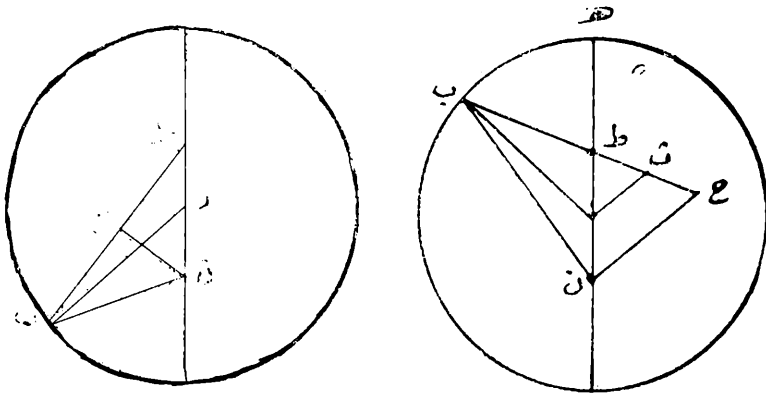
(٣) د : و

(٤) د : هـ ن ب

(**) تابع تصحيح النتائج

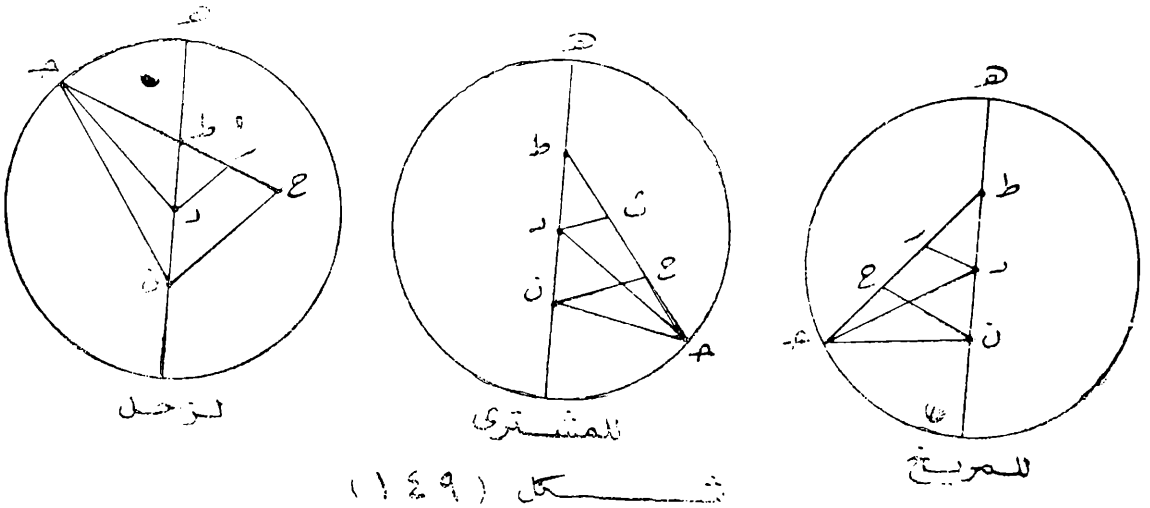
هنا اعتبر الرصد عند نقطة ب (شكل ١٤٨) والبرهان مثل الحالة السابقة . ومن معرفة زاوية

هـ ط ب يمكن معرفة زاوية هـ ن ب وكانت نتيجة الحساب أيضا مثل الأرصاد



شكل (١٤٨)

وأما للحالة (١) الثالثة فتعلم هذه كما علمت تلك وتخرج الزاوية التي عند مركز البروج كما خرجت تلك مطابقة للرصد (*).



شكل (١٤٩)

ثم أخذ يبين من هذا الذي بان (٢) مكان الكوكب من تدويره وبعده من الحضيض والتمكن (٣) نقطة $ح$ للحال الثالثة وعليها فلك تدويره (٤) $ك ل م$ ونصل $ن ح$ يقطع التدوير على $ك$ فيكون عليه الكوكب ونصل $ط$ إلى $م$ ونصل $ن ح$ ونجعل للمريخ

(١) $د$: الحال

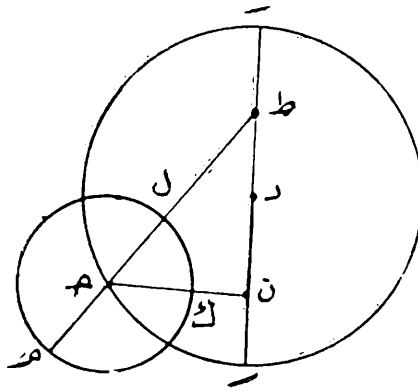
(*) تابع تصحيح النتائج :

رصد الكوكب عند نقطة $ح$ (شكل ١٤٩) والبرهان والنتائج كما سبق

(٢) $د$: غير موجود

(٢) $د$: فلنكن

(٤) $د$: تدوير



للمريخ ورحل

شكل (١٥٠)

على ك . ولأن كل (٢) واحدة من زاويتي ح ط ه ، ح ط ر اللتين للمسير الوسيط معلومة وزاوية ر ن ح (٣) معلومة يبنى (٤) ك ح ل (٥) معلومة فتصير (٦) زاوية (٧) ح ط (٨) معلومة وهو (٩) اختلاف الكوكب وبعده من الأوج في الحال الثانية (١٠) فيكون بعد مركز التدوير من أوج الحامل وبعده الكوكب من أوج التدوير معلومي (١١) التاريخ (١٢) بالرصد (١٣) الثالث (*).

(٢) د ل ك ل

(١) د : ز ط

(٣) ف : ر ب ح - وفي د : ه ن ح

(٤) د : ويبقى

(٥) د : ل د ل

(٦) د : تصير

(٧) د : غير موجود

(٨) ب : غير واضح وفي د : م ع ل

(٩) د : واهو

(١١) د : معلوما

(١٠) د : الثالثة

(١٣) د : الرصد

(١٢) د : و التاريخ

(*) تعيين موضع الكوكب في تدويره وبعده عن الخفض :

في شكل (١٥٠) نفرض دائرة الحامل مركزها نقطة د ، ومركز المدار نقطة ط . مركز البروج نقطة ن وإيكن الكوكب عند نقطة ه .

فصل

في معرفة مقادير أفلاك تدوير الكواكب الثلاثة (١)

ثم أخذ يبين نسب (٢) قطري التدوير والخارج اكل (٣) كوكب بشكل وكل شكل مبني على رصد الكوكب وتعلم (٤) موضعه من البروج ثم تعكس وتعرف المدة بينه وبين إحدى (٥) الحالات (٦) الثلاث (٧) من الأحوال المذكورة ويسير (٨) الوسط (٩) والاختلاف ويعرف بعد وسطه إذ ذاك (١٠) من أوج الحامل (١١) وبعد اختلافه من أوج التدوير ويعرف بالرصد بعده (١٢) أيضا من الأوج في فلك البروج أما (١٣) المريخ فرصد بالقياس فرصد إلى السماء الأعزل وإلى (١٤) القمر وقد (١٥) قوم (١٦) مكانه وانحرافه فكان قد وجد في القوس (الو) والمشرق بالقياس إلى

نرسم حول α دائرة تمثل فلك التدوير α ل α م وليقطع α في نقطة α ل ، α في نقطتي ل ، م

∴ الكوكب في أول الليل أو في آخره يقع على الخط α ن

∴ نقطة α هي موضعه حينئذ

∴ زاويتي المسير الوسط بالنسبة إلى مركز المعدل α هما زاويتي α ط ه ، α ط ر وهما

معلومتان ، كما أن زاوية ر ن α معلومة

∴ بعد الكوكب من الأوج = زاوية ن α ط

= α ط ه (١٨٠ - ر ن α) معلوم

وكذلك يمكننا أيضا معرفة بعد مركز التدوير عن أوج الحامل

(١) [فصل في معرفة مقادير أفلاك تدوير الكواكب الثلاثة] : غير موجود في ب ، د

(٢) ب ، د : نسبة (٣) د : وهو لكل

(٤) د : تعلم (٥) د : أحد

(٦) د : الحال

(٧) ب : الثلاثة -- وفي د : الثلاثة

(٨) د : ويسير

(٩) د : بالوسط

(١٠) د : ذلك

(١١) ف : الحال

(١٢) ف : بعد

(١٣) ب : وأما

(١٤) د : و

(١٥) د : غير موجود

(١٦) د : مقوم

الدبران والقمر فكان في الخوزاء (يه مه) وأما زحل فرصد بالقياس إلى الدبران والقمر أيضا فكان في الدلو أجزاء وجزءا من (يه) من جزء (١) فأما الشكل المبني على ذلك للمريخ فهو ليكن (٢) ا ب ح حول د فلك الحامل و : هو مركز البروج و : ر مركز المعدل وعلى ب تدوير ك ط ح (٣) ولتوصل ب ه ، ب د ، ب ر وليكن الكوكب على ن (٤) من التدوير ولتوصل (٥) ب ن ، ه ن (٦) وعلى ه ن عمود ب س وعلى ب ر (٧) عمودا د م ، ه ل فلأن زاوية ا د ب (٨) وهي وسط المريخ معلومة (٩) بالتاريخ ف : ب ر ح معلومة (١٠) فيصير مثلث ر د م معلوم (١١) الذب و : م د ، د ب معلوما ومثلث د م ب معلوما وبصير م ب معلوما وبصير مثلث ر ل ه معلوما وبصير مثلث ه ل ب (١٢) معلوما (١٣) ولأن زاوية ح ه س ومنى بعد الكوكب بالرؤية (١٤) عن الخضيض من الحامل معلومة (١٥) و : ح ه ب (١٦) لأنها مساوية لزاويتي ب ، ر (١٧) معلومة (١٨) فباقية ب ه س معلومة و : س قائمة و : ه ب معلوم فيصير مثلث (١٩) ه ب س معلوما

(١) د : [ط يه] بدلا من [(ط) أجزاء وجزءا من (يه) من جزء]

(٢) د : فليكن (٣) د : ل ط ح

(٤) د : ر

(٥) [ب ه ، ب د ، ب ر وليكن الكوكب على ن من التدوير ولتوصل] :

في ه امش ف

(٦) د : [ر ب ن] بدلا من [ب ن ، ه ن]

(٧) د : ر ب

(٨) د : ا ر ب

(٩) د : معلوم

(١٠) د : معلوم

(١١) د : معلوما

(١٢) ف : د ل ذ

(١٣) [ومثلث ه ل ب معلوما] : غير موجود في د

(١٤) د : فالرؤية

(١٥) د : معلوم

(١٦) د : [و : ه ح ب]

(١٧) د : [ب] بدلا من [ب ، ر]

(١٨) د : ومعلوم

(١٩) د : غير موجود

ولأن قوس (١) ن ك معلوم لأنه بعد الكوكب (٢) في تدويره (٣) عن الحضيض
الوسط فزاوية ك ب ن معلومة فتعلم (٤) زاوية ن د ب من جملة ر ه ب المعلومة
فيبقى (٥) ه ب ن (٦) معلومة لأن (٧) زاوية د ه ب (٨) معلومة فتصير زاوية س ن ب
معلومة فيصير مثلث س ن ب بالأجزاء التي بها د ب ستون (٩) معلوما وإن شئت
أسقطت ن ب ه (١٠) من زاوية (١١) س ب ه بقيت س ر ن معلومة
ومثلث (١٢) س ن ب (١٣) معلوما ويخرج نسبة ن إلى د ب نسبة (ل ط) (١٤) إلى (س) (*).

(١) د : موثر

(٢) ب : الكواكب

(٣) د : تدوير

(٤) د : فتعلم

(٥) د : يبقى

(٦) ف : ه س - وفي د : ه ن ب

(٧) د : ولأن

(٨) ب : غير واضح وفي د : ه ب

(٩) ب : ستين - وفي د : ستون

(١٠) د : ب ن ه

(١١) [من زاوية] : في هامش ب

(١٢) [بقيت س ر ن معلومة ومثلث] : غير موجود في د

(١٣) د : ستين

(١٤) د : يط ن

(*) تعيين نسبة قطر التدوير إلى قطر الخارج

أولا : في حالة المريخ :

في شكل (١٥١) نفرض ا ب الحامل ومركزه نقطة د ، ونقطة ه مركز البروج ، نقطة ر

مركز المعدل . وليكن فلك التدوير على مركز ب

نصل ب ه ، ب د ، ب ر فيقطع ب ه أو إمتداده محيط التدوير في نقطة ط ، يقطع

ب ر محيط التدوير في نقطتي ل ، ح

فإذا فرضنا أن الكوكب عند نقطة ن ، نصل ب ن ، ه ن ونسقط من نقطة ب العمود ب س على

ه ن وكذلك من نقطتي د ، ه العمودين د م ، ه ل على ب ر

زاوية الوسط للمريخ هي ا د ب وهي معلومة

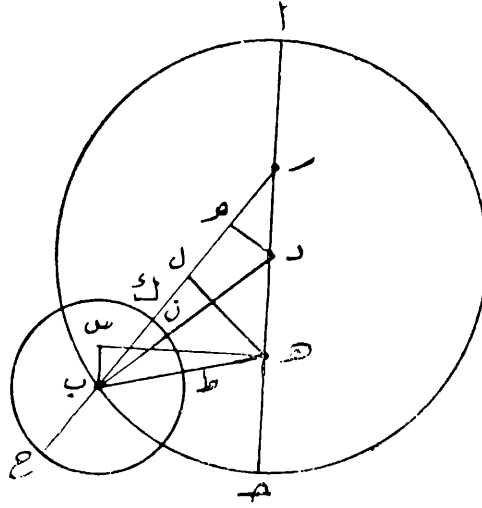
∴ زاوية ب ر ه معلومة

∴ المثلث ر د م يصبح معلوما

ومن ذلك يمكن معرفة الضلعين م د ، د ب

والمثلث د م ب يصير معلوما ومنه نعلم الضلع م ب

وأما الشكل (١) للشئرى (٢) فهذا (٣) بعينه ولكن وقع فيه فلك التدوير من الجانب الآخر من الحامل وأقرب (٤) إلى الحضيض منه (٥)



شكل (١٥١)

إلى الأوج ونقطة ك الكوكب أعى ن خارجا عن دائرة الحامل إلى ما بلى أوجها

وعلى ذلك يصبح المثلثان ر ل ه ، ه ل ب معلومان
 ، ° : زاوية ه د س = البعد المرئى للكوكب عن الحضيض من الحامل
 وزاوية ه د ب معلومة لأنها تساوى مجموع زاويتي ب ر
 ° : زاوية ب ه س تصير معلومة
 وفى المثلث ب د س :
 زاوية س = ° ٩٠ ، وزاوية ب ه س معلومة والضلع ه ب معلوم
 ° : المثلث معلوم الزوايا والأضلاع
 لكن القوس ن ل = بعد الكوكب عن الحضيض الوسط = معلوم = زاوية ل ب ن
 ° : يمكن معرفة زاوية ن ب ه حيث أن زاوية ر ب ه معلومة
 وبذلك تصبح زاوية س ن ب معلومة
 ونتيجة لذلك تصبح أضلاع المثلث س ن ب معلومة بالنسبة للضلع د ب
 ° : يمكن معرفة نسبة المستقيم ب ن (نصف قطر التدوير) إلى د ب (نصف قطر الخارج)
 وقد خرجت النسبة = $\frac{3}{4}$ فى حالة المريخ

(١) ف ن السطرين

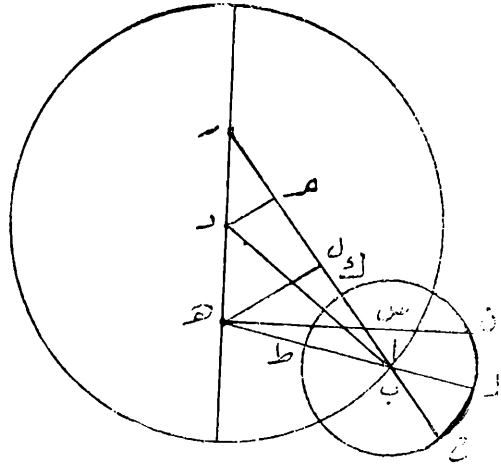
(٢) د : غير موجود

(٣) ف ، د : فهكذا

(٤) د : أقرب

(٥) د : فيه

وأخرج (١) فيه خط من مركز البروج إلى الأوج بالرؤية وأخرجت الأعمدة ثم يعلم سائر ما يطلبه (٢) على ما علم هناك (**) وأخرج بالحساب نسبة نصف قطر



شكل (١٤٢)

التدوير نسبة (يال) (٣) إلى ستين (٤) وأما لزحل فإن فلك التدوير إلى الجانب الذى كان للمريخ إلا أن الأعمدة من ه تقع عليه فى القطعة الأخرى والتركيب فى فلك التدوير خارجا عن الحامل إلى جهة الأوج ويعلم أيضا خط ب ل (٥) كما علم رب (٦) (*) ويخرج ستة أجزاء ونصفها (٧) بما (٨) به (٩) نصف قطر الحامل ستون (١٠).

(١) د : فأخرج (٢) د : ما يطلبه

(**) ثانيا : فى حالة المشتري :

شكل (١٥٢) مماثل لشكل (١٥١) فباعدا وقوع فلك التدوير فى الجانب الآخر من الحامل وأقرب إلى الحضيض والكوكب خارجا عن دائرة الحامل ناحية أوجها . أما البرهان فهو مثل ما سبق فى حالة المريخ وكانت النسبة $\frac{110}{4}$

(٣) د [يا] بدلا من [يال] (٤) د : س

(٥) ب : غير واضح - وفى د : ب ن

(٦) ف : ه ن ب - وفى د : تمه

(*) ثالثا : فى حالة زحل :

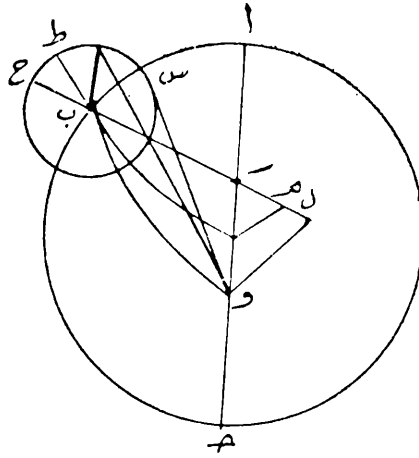
هذه الحالة مثل حالة المريخ إلا أن الكوكب يقع خارجا عن الحامل ناحية الأوج (شكل ١٥٣)

والبرهان مثل السابق أما النسبة فقد خرجت $\frac{760}{4}$

(٧) د : [د ل] بدلا من ستة أجزاء ونصفها - وفى ب : ونصف

(٨) د : بما (٩) د : غير موجود

(١٠) ب : ستين - وفى د : غير واضح



شكل (١٥٣)

فصل

في تصحيح حركات هذه الكواكب الدورية (١)

ثم شرع بعد ذلك في تصحيح حركات (٢) هذه الكواكب الدورية وهو تعديلها وبين لكل واحد على حدة . أما المريخ (٣) فأخذ رصدًا قديمًا معلوم التاريخ رصد فيه المريخ فوجد ساترا للكوكب (٤) الشمالي من جهة العقرب وعلم موضعه في ذلك التاريخ فوجب أن يكون في ذلك الوقت على جزئين وأربع دقائق من العقرب ودو موضع المريخ وعرف أوجه أيضا لذلك الوقت فعرف بعده من الأوج وأما المشتري فأخذ رصدًا قديمًا (٥) لتاريخ معلوم وجده فيه ساترا للكوكب المعروف بالجمار (٦) الجنوبي فوجب أن يكون موضعه بموجب التاريخ من السرطان (ر ل ح) (٧) وعرف أيضا بعده من الأوج حينئذ بالوسط والرؤية (٨) . وأما لزحل فأخذ رصدًا قديمًا له قد كان ما بينه فيه وبين منكب السنبلة الجنوبي قدر أصبعين فوجده (٩) بموجب (١٠)

(١) [فصل في تصحيح حركات الكواكب الدورية] : غير موجود في سا ، د

(٣) د : للمريخ

(٥) د : قائما

(٢) ف : غير موجود

(٤) د : للكواكب

(٦) د : بالجماره

(٧) ف : ر ل ح

(٨) د : غير واضح

(٩) د : غير موجود

(١٠) د : فوجب

التاريخ أن يكون في السنبلة (ط ل) (١) وعرف أيضا بعده من الأوج وسطا ومرتبا فلما عرف هذا بين المطاوب وبأشكال . فالشكل المبين ذلك للمسيح فليكن (٢) فيه حروف القطر وحرف المركز (٣) للتلوين (٤) كما كان ولنصل رب ، دب (٥) كما كان (٦) وليكن موضع الكوكب على ط ولنصل ه ط (٧) ، ب ط ولنخرج عمود رك على دب و : دم على ه ط و : ب ن على ه ط أيضا و : دس على ب ن والمطلوب معرفة ح ط ونخرج هل يوازي ب ط وأما خط دم فهو مواز لا محالة لخط ب ن لأن الأرويتين قائمتان ويكون (٨) سطح (٩) دم من مس لا محالة قائم الزاوية وزاوية ل هـ التي تفعلها الشمس بعد نصف دائرة من المعلومة (١٠) و : ح هـ ط معلومة لأن موضع ط معلوم بالرصد وموضع ج معلوم لأنه حضيض الحامل فجميع زاوية ط هـ ل معلومة ف : ب ط هـ المبادلة لها معلومة لأن هل ، ب ط

شکل (۱۵۴)

متوازيان و : ن قائمة فمثلث ب ط ن معلوم النسب و : ب ط معلوم المقدار فمثلث
 ن ط ب معلوم ولأن زاوية ا ه ط معلومة بالرصد فباقية ر ه م معلومة ومثلث د ه م
 معلوم (١) وكان ب ن (٢) معلوما يبقى ب س معلوما (٣) و : د ب معلوم و : س
 قائمة فمثلث د ب س معلوم من زاوية قائمة و ضلعين ويعلم زاوية (٤) ب د س (٥)
 ويحصل زاوية ب د ه بأسرها معلومة ويصير زاوية ر د ك معلومة وزاوية ك قائمة
 يكون مثلث (٦) ر د ك (٧) المعلوم منه ضلع ر د معلوما فنعلم زاوية د ر ك (٨)
 ثم يعلم مثلث رب ك (٩) فيعلم جميع زاوية ب ر د فباقية ا رب (١٠) بل ر ب (١١)
 معلومة (١٢) فقد حصل أن زاوية ب ر ا معلومة (١٣) وهو الوسط وزاوية ح ب ط
 معلومة من وجهين من معرفة الزوايا التي عند ب ومن نقصان الوسط عن مسير الشمس (*)

(١) في هاشم ب : ولأن د م معلوم ف : س ب معلوم - وفي د : معلوم ف :

س ن معلوم

(٢) د : ن - وفي ف : ب ر

(٣) [يبقى ب س معلوما] : غير موجود في ف

(٤) د : مثلث

(٥) د : ا ر س - وبين السطرين في ب : مثلث ه ع م

(٦) د : غير موجود

(٧) د : ب د ل

(٨) ف : ر د ل

(٩) ف : د ن ل - وفي ب : د ب ل

(١٠) ف : ا ر ن

(١١) ف : د ب

(١٢) د : معلوم

(١٣) د : معلوم

(*) تصحيح الحركات الدورية للكواكب

أولا في حالة المريخ

في شكل (١٥٤) ليكن ا ب الحامل ومركزه نقطة د ومركز البروج نقطة ه ، ومركز

المعدل نقطة ر .

ولنفرض أن فلك التدوير مركزه نقطة ب وأن الكوكب عند نقطة ط

نصل ر ب ونمده ليقطع محيط التدوير في نقطة ح ونصل د ب ، ه ط ، ب ط

نسقط الأعمدة ر ل على د ب ، د م على ه ط ، ب ن على ه ط ، د س على ب ن

والمطلوب معرفة مقدار ح ط

نرسم المستقيم ه ل يوازي ب ط

∴ د م يوازي ب ن والمستقيم د س يوازي م ن وزوايا م ، ن ، س قائمة

∴ الشكل د م ن س مستطيل

زاوية ل ه ح = مسير الشمس بعد نصف دائرة من ا = معلومة

∴ ح حضيض الحامل معلوم ، والكوكب ط معلوم بالرصد

∴ زاوية ح ه ط تصبح معلومة

∴ زاوية ط ه ل = ط ه ح + ل ه ح = معلومة

، ∴ المستقيم ه ل يوازي ب ط

∴ زاوية ب ط ه = ط ه ل = معلومة

وفي المثلث ب ط ن :

زاوية ن = ٩٠° ، زاوية ب ط ن = ١٨٠ - ب ط ه معلومة ، ب ط = نصف

قطر التدوير معلوم

∴ تصبح أضلاع المثلث معلومة ومنها ب ن

لكن الزاوية ا ه ط = موضع الكوكب وهو معلوم بالرصد

∴ زاوية ر ه م = ١٨٠ - ا ه ط تصبح معلومة

من ذلك يصبح المثلث د ه م معلوم الأضلاع والزوايا

∴ يمكن أن نعلم الضلع د م والزاوية م د ه

∴ ب س = ب ن - س ن = ب ن - د م يصير معلوما

وفي المثلث د ب س :

زاوية س = ٩٠° ، والضلع ب س معلوم ، والضلع ب س = نصف قطر الحامل معلوم

∴ يمكن أن نعرف زاوية ب د س

لكن زاوية ه د س = ٩٠ - م د ه = معلومة

∴ نعرف زاوية ب د ه = ب د س + ه د س

∴ زاوية ر د ل = ١٨٠ - ب د ه تصير معلومة

وفي المثلث ر د ل :

زاوية ل = ٩٠° وزاوية ر د ل معلومة والضلع د ر معلوم

∴ نعرف من ذلك زاوية د ر ل والضلع ر ل

وفي المثلث ر ب ل :

زاوية ل = ٩٠° والضلعان ر ل ، ر ب معلومان

فتصير زاوية ب ر ل معلومة

∴ زاوية ب ر د = ب ر ل + د ر ل معلومة

، زاوية ا ر ب = ١٨٠ - ب ر د تصبح معلومة

لكن زاوية ا ر ب هي الوسط

∴ زاوية ح ب ط = مسير الشمس - الوسط = معلومة وهو المطلوب

ومن ناحية أخرى يمكن معرفة زاوية ح ب ط من الزوايا عند نقطة ب ، لأننا عرفنا مثل د ب س

أي عرفنا زاوية د ب س ، وكذلك عرفنا مثلث ب ط ن أي عرفنا زاوية ن ب ب ١

[illegible]

قائمة (١٠) فتعلم (١١) زاوية ب ر ا من معرفة زاوية ب ر ح وتعلم زاوية ح ب ط من معرفة زاوية ا ه ل . وأما (١٢) شكل زحل فهذه الصورة ويعلم كما علم ذلك (*) وإذا

وفي المثلث $\triangle ABC$ عرفنا زاوية $\angle C$ له

∴ زاوية $\angle \text{ح ط ر} = 180^\circ - \angle \text{ط ر و}$ وهو المطلوب

(۲) د : غیر موجود

(۴) : غير واضح (۵) ف : ح د

(۶) ف : د (۷) ف ، د : ر د

(٨) U : في الهامش - وفي ف ، د : غير موجود

(۹) ف : د س ر م - وفی د : ح U س م

(۱۰) د : غیر موجود

(۱۱) د : فیلم

۱۴ : د (۱۲)

(*) ثانيا في حالتى المشترى وزحل :

أخذ التدوير في الناحية الأخرى من الأوج (شكل ١٥٥) والبرهان مماثل لما سبق

علم وسط كل واحد واختلافه للتاريخ المفروض وكان علم التاريخ للحال الثالثة والمدة بينهما معلومة فيعلم أنه كم يسير في تلك المدة (١) كم في الوسط وكم في الاختلاف ويسير على ذلك (٢) إلى ذلك (٣) الوقت الذي لتاريخ يختصر (٤) وهو وقت (٥) التحصيل .

فصل

في معرفة المسيرات الخفية من الحركات الدورية (٦)

وأما الشكل المبين لهذه (٧) الأحوال بالعكس وهو أن (٨) يبين كيف يعلم من الوسط والاختلاف الموضع المرئي أعني من زاوية ا ر ط (٩) ومن (١٠) ك ب ط زاوية ا ه ك وذلك سهل (١١) بعد أن نخرج ه ب إلى ح ونصل (١٢) د ب ونخرج عمود ك ل (١٣) من ك موضع الكوكب على ه ح ويحفظ الشكل على صورته إلا ما يحدفه عنه فيحتاج (١٤) أولاً أن يعرف زاوية أ د ب (١٥) بمثل ما عرف للشمس (١٦) في الخارج المركز مثلاً بأن نخرج عمود د ع على رب وعمودي ر ف ، ه م (١٧) على د ب (١٨) فيعلم مثلث درع من زاويتي ع القائمة و : ر (١٩) المقاطعة فيعلم

(١) د : [في كم مدة يسير] بدلا من [كم يسير في تلك المدة]

(٢) د : ذلك ثم يسير ذلك

(٣) د : غير موجود (٤) ف : بخت نصر

(٥) د : قريب

(٦) [فصل في معرفة المسيرات الخفية من الحركات الدورية] : غير موجود في ما ،

(٧) د : هذه (٨) د : أنه

(٩) ف : ا د ب - وفي د : ا ر ب

(١٠) د : و

(١١) د : سهل

(١٢) د : فصل

(١٣) ب ، ف : ط ل - وفي د : ل

(١٤) د : ويحتاج

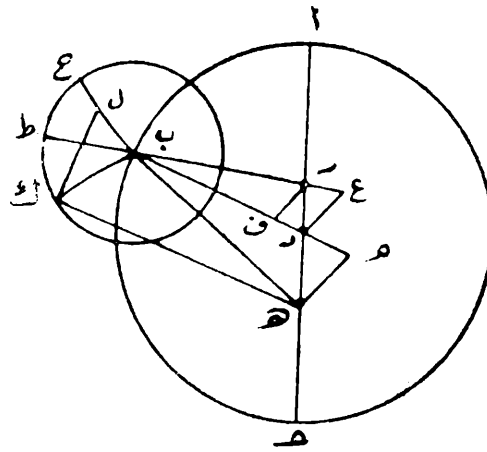
(١٥) ب : غير واضح

(١٦) ف : الشمس

(١٧) ف : ر ب ، ه م

(١٨) [وعمودي ر ف ، ه م على د ب] : غير موجود في د

(١٩) ف : [و : ن]



شكل (١٥٦)

مثلث ع د ب من ضلعيه والقائمة فيعلم زاوية ب منه و : ب ر د الباقية معلومة يبقى زاوية ر د ب من جملة زاوية ع د ب معلومة وزاوية ف (١) قائمة فيعلم (٢) مثلث (٣) ر د ف (٤) ومثلث هـ د م (٥) الشبيه بمثلث ر د ف (٦) المساوي له ومثلث هـ م ب من ضلعي م ب ، م هـ (٧) وقائمة م (٨) فتصير جميع زاوية رب هـ (٩) بل ك ب ل (١٠) بل مثلث ك ب ل (١١) القائمة الزاوية بل مثلث هـ ل ك لمجموع (١٢) ضلع واحد من (١٣) هـ ب ، ب ل وضلع آخر (١٥) وهو (١٦)

(٦) د : ب

(٢) د : يعلم

(٣) د : مثلثا

(٤) في هـ م ب : ر ب ف - وف د : ر د ف ، ر ب ف

(٥) د : و هـ م

(٦) د : ر د ط

(٧) د : ب ، م هـ

(٨) بين السطرين في ب : معلومة

(٩) د : ا د ب

(١٠) ف : ل ل

(١١) ف : ل ل - وف د : ب ل ل

(١٢) ف : بمجموع

(١٣) د : مكرر

(١٤) د : ا هـ

(١٥) ب ، د : هـ و

ل ك (١) قائمة ل فتعلم زاوية ل ه ك بل جميع ا ه ك (٢) فقد كان عام زاوية ا ه ب (*) .

(١) في هامش ب : ر ل

(٢) د : ا ه ل بل جميع ا ه ل

(*) تعيين الموضع المرئي من معرفة الوسط والاختلاف :

في شكل (١٥٦) نفرض أن نقطة د مركز الحامل ، ه مركز انبروج ، ر مركز المعدل ، وليكن مركز فلك التدوير عند ب والموضع المرئي للكوكب عند نقطة ل .

فإذا كان امتداد المستقيم ر ب يقطع التدوير في نقطة ط فإن زاوية ا ر ط هي الوسط ، وزاوية ل ب ط الاختلاف بينا الزاوية المرئية ا ه ل .

نصل ه ب ونمده ليقطع فلك التدوير في نقطة ح وكذلك نصل د ب

نسقط العمود ل ل على ا ح والعمود د د على ر ب والعمودين ر ف ، ه م على د ب

في المثلث د ر ع :

زاوية ع = 90° ، زاوية د ر ع = ا ر ط = معلومة ، د ر معلوم

∴ ينتج الضلع د ع معلوماً

في المثلث ع د ب :

زاوية ع = 90° ، والضلعان د ع ، د ب معلومان

∴ نعلم من ذلك زاوية د ب ع

لكن زاوية ب ر د = $180^\circ - ا ر ط$ = معلومة

∴ زاوية ر د ب = $180^\circ - (د ب ع + ب ر د)$ معلومة

وفي مثلث ر د ف :

زاوية ف = 90° ، زاوية ر د ب معلومة ، ر د معلوم

وكذلك في المثلث ه د م :

زاوية م = 90° ، وزاوية ه د م = ر د ب معلومة ، ه د معلوم

∴ يمكن معرفة الضلعين م ه ، م د

وفي المثلث ه م ب :

زاوية م = 90° ، والضلع م ه معلوم ، والضلع م ب = م د + د ب معلوم

∴ تصبح زاوية ه م ب معلومة

∴ زاوية ر ب ه = ع ب د + د ه ب = ح ب ط تصير معلومة

لكن زاوية الاختلاف ل ب ط معلومة

∴ زاوية ل ب ل = ح ب ط + ل ب ط معلومة

وفي المثلث ل ب ل :

زاوية ل = 90° ، وزاوية ل ب ل معلومة ، الضلع ل ب معلوم

ينتج من ذلك معرفة الضلعين ل ب ، ل ل

وفي المثلث ه ل ل :

فصل

في عمل (١) جداول الاختلافات (٢)

ثم وضع (٣) لكل واحد (٤) من هذه المسيرات جداول (٥) كل جدول خمسة وأربعون بيتا خمسة عشر بيتا منها للأجزاء القريبة من الأوج وتفاضلها ستة (٦) وثلاثون بيتا منها للأجزاء الحضيضة متفاضلة بثلاثة ثلاثة إذا كان القريب من الأوج يقل فيه التفاوت في التعديل قريب (٧) في السطرين الأولين الأعداد من و (٨) إلى (قف) صاعدا في الحساب نازلا في التدوير من (٩) ومن (شند) إلى (قف) نازلا في الحساب صاعدا في التدوير وفي السطر الثالث ما يجب من الزيادة والنقصان للتعديدين (١٠) لو كان المركز على المعدل بعينه وفي الرابع التعديل الذي (١١) يجب من (١٢) كون (١٣) المركز (١٤) على الحامل المركز الخارج وثبت (١٥) فيه (١٦) التفاوت بين ذلك وبين الذي يحسب المعدل وإنما أفرد جدولا إذ كان قد أفرد للنظر

زاوية ل = ٩٠° ، الضلع ل ل معلوم ، الضلع ه ل = ب ه + ب ل معلوم

∴ تصير زاوية ل ه ل معروفة

∴ زاوية ا ه ل = ب ه + ب ل معلومة وهو المطلوب

(١) ب : علم

(٢) [فصل في عمل جداول الاختلافات] : غير موجود في د ، سا

(٣) د : وضع جداول

(٤) [واحد من] : غير موجود في د

(٥) د : غير موجود

(٦) د ، ف : غير موجود

(٧) د : قريب

(٨) د : ستة

(٩) د : [نا] بدلا من [من ا]

(١٠) د : التعديدين

(١١) د : غير موجود

(١٢) ف : لو

(١٣) ف : كان

(١٤) (على المعدل بعينه وفي الرابع التعديل الذي يجب من كون المركز) : في هامش ب

(١٥) د : ويثبت

(١٦) د : منه

فيه بحثاً (١) ولو جعل ذلك كله في جدول واحد بأن نورد (٢) ما يجتمع منها (٣) حيث يزداد (٤) الفضل أو ما (٥) يبقى حيث ينقص الفضل لكان كافياً والصف (٦) السادس ويذكره قبل الخامس للبيان يشتمل على التعديل الذي يلحق فلك التدوير بحسب كون مركز التدوير على البعد الأوسط (٧) والخامس يشتمل على التفاوت الذي بين التعديل الأوسط (٨) وبين التعديل الذي في البعد الأبعد والسابع يشتمل على (٩) مثل ذلك التفاوت بين الأوسط والأقرب والثامن على نسبة فضل تفاوت ما بين تعديل البعد الأوسط وتعديل بعد آخر لدرجة أخرى دون (١٠) درجة الأوج إلى الحضيض (١١) إلى التفاوت الذي بين التعديل الأوسط وتعديل البعد الأبعد (١٢) أو الأقرب وذلك في جدولين أولهما (١٣) حيث يكون البعد دون (١٤) الأوسط والثاني حيث يكون البعد فوق الأوسط والجدول الأول يبتدئ من فضل التعديل الأزيد ويجعله (س) (١٥) وهو الأصل ثم ترتب (١٦) ما هو أنقص فأنقص بمنسوبة (١٧) إلى (س) (١٨) والجدول الآخر بالعكس للتفاوت الأول من أول بيت في الجدول حيث انتهى وللتفاوت الثاني من آخر البيت إلى حيث اتصل بالأول فجعل فيها التفاوت الأعظم

-
- (١) د : بحث
(٢) د : يورد - وف : ف : غير واضح
(٣) د : منها
(٤) ف : يراد
(٥) د : وما
(٦) د : وف الصف
(٧) د : الأوسط
(٨) (والخامس يشتمل على التفاوت الذي بين التعديل الأوسط) : غير موجود في د
(٩) [يشتمل على] : غير موجود في د
(١٠) ب : في الهامش
(١١) د : [أو الحضيض] بدلا من [إلى الحضيض]
(١٢) ف : مكرر
(١٣) د : غير موجود
(١٤) ف : في الهامش
(١٥) د : ستين
(١٦) د : يرتب
(١٧) د : منسوبة
(١٨) د : ستين

وجعله رأس النصف فوق في الخامس (س س) (١) إذ (٢) كانا على وضع متعاكس مثال هذا التفاوت في زحل أنه إذا كان بين (٣) أوج الحامل وبين مركز تدويره ثلاثون (٤) جزءا كان لنا أن نعرف (٥) الزوايا التي تكون (٦) عند مركز البروج التي توتر نصف قطر تدويره التي تحيط بكل التعديل على ماعلمت في مواضع تعرفنا (٧) من جهة العلم بمقدار نسبة نصف قطر التدوير إلى نصف قطر الحامل وإلى الواصل بين المركزين فإذا علمنا حيثند زاوية التعديل التي توتر نصف قطر التدوير (٨) يثبت (٩) ويحفظ وقد خرج مثلا (١٠) ازحل (١١) (ه ه) (١٢) ثم تقايس (٣) ذلك بزواياه (١٤) لو كان في الأبعاد الثلاثة الأبعد والأوسط والأقرب مثل ما أن زحل لو كان في البعد الأوسط لكانت الزاوية تكون (و ي) (١٥) ولو كان في البعد الأبعد لكان تعديله (ه ن) (١٦) ولو كان في البعد الأقرب لكان تعديله (و ل) وفضل الأوسط على الأبعد (ح ك) (١٧) وفضل الأوسط على الذي بعده ثلاثون (١٨) درجة (ه ير ل) (١٩) ونسبة فضل الأوسط على الذي (٢٠)

(٢) د : إذا

(٤) د : ثلاثين

(١) د : ستين ستين

(٣) د : غير موجود

(٥) د : نعرف

(٦) د : غير موجود

(٧) د : تعرفا

(٨) (إل نصف قطر الحامل وإلى الواصل بين المركزين فإذا علمنا حيثند زاوية التعديل التي

توتر نصف قطر التدوير) : في هامش ب

(٩) د : فيثبت

(١٠) د : مثل

(١١) د : الزحل

(١٢) ف : ه ه

(١٣) د : تقاس

(١٤) د : فرواياه

(١٥) ف : و ل ح

(١٦) د : ه ل ح - وفي ف : ه ه ي

(١٧) د ، ف : ه ه ك

(١٨) د : ثلاثين

(١٩) د ، ف : ه ير ل

(٢٠) ب ، د : غير موجود

بعده (١) ثلاثون (٢) درجة (٣) إلى فضل الأوسط على الأعظم الذى هو (ح ك) (٤) نسبة (ح نب ل) (٥) إلى (٦) (ح س) فأثبتنا هذه الدقائق (٧) فى الصف الثامن الذى هو دقائق فضل الوسط بإزاء ل حرفا (٨) ولو كان أقرب إلى الحضيض منه إلى الأوج فكان (٩) مثلا بدل ثلاثين جزءا مائة وعشرون (١٠) جزءا لكان التفاوت ينسب إلى الفضل بين الوسط والأول والأقل (١١) وعلى هذا حسب أيضا التفاوت الذى يلحقه من جهة أجزاء فلك التدوير .

فصل

فى حساب مسير الكواكب الخمسة فى الطول (١٢)

فإذا أردنا أن نقوم الكواكب الخمسة فإننا نأخذ أجزاء الوسط (١٣) لها وأجزاء (١٤) اختلافها (١٥) بحسب التاريخ (١٦) وذلك هو البعدان من الأوجين فيدخل أجزاء (١٧) الوسط فى أحد الحدولين الأولين وتأخذ ما بإزائه من التعديل فى الحدول الثالث مع الذى يلحقه (١٨) من الزيادة والنقصان فى الحدول الرابع فينقص أو يزيد (١٩) على ما علمت

(٢) ب ، د : ثلاثين

(١) ب ، د : بعد

(٤) د ، ف : ه ك

(٣) د : غير موجود

(٥) د : نب ل - وفى ف : ه ب ل

(٦) فى هامش ب : إلى (قف) فلنضع (نب ل) فى الصف الثامن الذى هو دقائق فضل

الوسط والاول

(٧) د : [فضع (نب ل)] بدلا من [فأثبتنا هذه الدقائق]

(٨) د : غير موجود

(٩) د : وكان

(١٠) د : وعشرين

(١١) ب : فى الهامش - وفى د : غير موجود

(١٢) (فصل فى حساب مسير الكواكب الخمسة فى الطول) : غير موجود فى د ، سا

(١٣) د : الوسطه

(١٤) ب : فأجزاء

(١٥) د : اختلافه

(١٦) فى هامش ب : وذلك هو البعد

(١٧) د : آخر آخر

(١٨) د : نلحقه

(١٩) د : ويزيد

فحينئذ يتعدل الطول فيأخذ العدد الذي يعدل ويدخله (١) الجداول وتأخذ (٢) ما بإزائه (٣) في الصف السادس فإن كان البعد هو البعد (٤) الأوسط فقد أصبنا وإن كان بين الوسط والأوج أخذنا ما بإزائه من الخامس أيضا وعدلناه باننا من بالنسبة كما علمت مرارا ونقصناه (٥) من الذي للوسط وإن كان أقرب من الخفض من أخذنا ما بإزائه من السابع وعدلناه بالثامن بالنسبة كما علمت مرارا وزدناه على الذي للوسط فما اجتمع فهو التعديل الذي يحسب التدوير فإن كان جزء التدوير دون مائة وثمانين (٦) زدناه على الطول المعدل وإن كان فوق مائة وثمانين (٧) نقصناه من الطول المعدل (٨) ويكون ذلك موضع الكوكب معدلا (٩).

تمت المقالات التاسعة والعاشر والحادية عشر والحمد لله رب العالمين
وصلى الله على سيدنا محمد وآله الطاهرين (١٠)

(١) د : وندخل

(٢) د : وتأخذ

(٣) د : من

(٤) (هو البعد) : في هامش ف

(٥) د : ثم نقصناه

(٦) د : وستين

(٧) ف : قف

(٨) (وإن كان فوق مائة وثمانين نقصناه من الطول المعدل) : في هامش ب

(٩) د : مقوما

(١٠) ب : تمت المقالات التاسعة والعاشر والحادية عشر والله الحمد كثيرا - وفي د : تمت المقالة

الحادية عشر وفيها التاسعة والعاشر بحمد الله وحسن توفيقه .

المقالة الثانية عشر

في ما يحتاج إلى تقديمه
في معرفة رجوع الكواكب الخمسة

المقالة الثانية عشرة

في ما يحتاج إلى تقديمه

في معرفة رجوع الكواكب الخمسة (١)

قال إن جماعة من المتقدمين الرياضيين مثل أبلونيوس الذي هو (٢) من أهل برغامس وغيره من (٣) العاملين على أن الاختلاف واحد وهو الذي من قبل الشمس بينوا أنه لو (٤) كان الاختلاف على أصل فلك التدوير يتحرك مركزه على حامل موافق وكان للكوكب عند الأوج مسير إلى المشرق فإنه إذا فصل (٥) الخط الخارج من البصر فلك (٦) التدوير على نسبة تكون نسبة نصف الوتر الذي في فلك التدوير منه إلى باقي الخط وهو ما بين البصر ومحيط التدوير على (٧) نسبة (٨) سرعة التدوير إلى سرعة الكوكب فإن النقطة التي قطعها الخط من التدوير هي الحد الذي عنده الوقوف وإذا جازه (٩) الكوكب إلى الحضيض كان راجعا قال وإن كان ذلك بأصل الخروج (١٠) فذلك (١١) إنما يقدر ويكون له وجه إذا (١٢) فرض للعلوية (١٣) فقط أتى يجوز لها أن تبعد عن الشمس كل البعد وأما السفلية فليس لها ذلك قالوا فحينئذ إذا كان مركز الخارج يتحرك حول مركز البروج كحركة

(١) (المقالة الثانية عشر في ما يحتاج إلى تقديمه في معرفة رجوع الكواكب الخمسة) : غير

موجود في د

(٢) د : غير موجود

(٣) د : غير موجود

(٤) د ، ف : إذا

(٥) د : اتصل

(٦) د : إلى فلك

(٧) د : غير موجود

(٨) د : كنسبة

(٩) د : جاوزه

(١٠) د : الخروج وحده

(١١) د : وذلك

(١٢) د : غير موجود

(١٣) د : الكواكب العلوية

الشمس أعني كوسط الكوكب^(١) واختلافه وكان الكوكب يتحرك على الخارج حركة اختلافه على السرعة فإذا جاز خط^(٢) ما^(٣) على^(٤) البصر ينتهي إلى الخارج^(٥) مجازا بحيث تكون نسبة نصف الخط بأسره إلى أصغر قسميه المفصولين بالبصر وهو مركز الخروج كنسبة سرعة الخارج إلى سرعة الكوكب كان موضع الخط هو حد الوقوف فإذا جازه إلى الحضيض رؤى^(٦) راجعا قال^(٧) والفرق بين الاعتبارين أنه^(٨) في أصل التدوير كانت النسبة مفصلة وكان نسبة نصف الوتر إلى جميع الخارج من الدائرة وفي^(٩) أصل الخروج النسبة مركبة والنسبة نسبة نصف الخط كله إلى طائفة منه وهو أقصر القسمين المفروضين^(١٠) فيه بالبصر^(*) قال وهم بينوا^(١١) هذا المعنى بطريق ونحن بينه بطريق أسهل من طريقهم يستمر في أصلى^(١٢) التدوير والخارج يريد^(١٣) أن يبين أن نسبة أقرب البعد إلى أبعد البعد للكوكب على أصل التدوير قد

(١) د : الكواكب

(٢) د : الخط

(٤) د : عن

(٥) في هامش ب : في الجهتين - وفي د : الخارج في الجهتين

(٦) د : رى

(٧) د : غير موجود

(٨) ب ، د : أن

(٩) د : من

(١٠) في هامش ب - المتفرقين - وفي د : المفترضين

(١١) نظرية رجوع الكواكب :

(١٢) في حالة فلك التدوير إذا كانت
$$\frac{\text{نصف جزء خط البصر الواقع داخل فلك التدوير}}{\text{سرعة التدوير}} = \frac{\text{سرعة الكوكب}}{\text{باقى الخط}}$$

فإن موضع الكوكب حيثئذ يكون موضع وقوف ، والقوس بين ذلك الموضع والحضيض يكون فيها الكوكب راجعا

(ب) في حالة الفلك الخارج المركز للكواكب العلوية إذ كانت

$$\frac{\text{نصف خط البصر}}{\text{سرعة الخارج المركز}} = \frac{\text{سرعة الكوكب}}{\text{أصغر جزءه}}$$

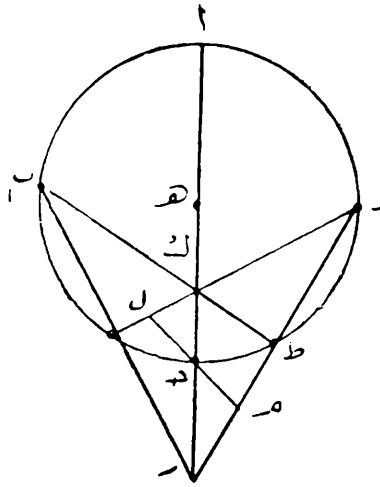
كان ذلك موضع وقوف للكوكب ، والقوس بينه وبين الحضيض يكون فيها الكوكب راجعا ولبرهان ذلك بدأ ابن سينا بعدة مقدمات .

(١١) د : غير واضح

(١٢) د : أصل

(١٣) د : نريد

يكون كنسبة أقرب البعد إلى أبعد البعد في أصل الخارج فليكن $ا ب ح د$ (١) فلك التدوير على $هـ$: $ر$ مركز البروج وخرج $ر ح$ إلى $ب$ و : $ر ط$ إلى $د$ و : $ط ح$ مثل $ح$ ولنصل $د ا$ ، $د ح$ ، $د ب$ (٢) يتقاطعان على $ك$ (٣) ونخرج من $ح$ خط $م ح ل$ (٤) موازيا ل : $د ا$ فيكون عمودا على $د ح$ لأن زاوية $ا د ح$ الواقعة في نصف الدائرة هي قائمة فلأن زاويتي $د$ اللتين على قوسى $ط ح$ ، $ح$ المتساويتين متساويتان وزاويتي (٥) $ح$ قائمتين (٦) تكون $ح ل$ ، $ج م$ متساويتين (٧) ونسبة خط



شكل (١٥٧)

ا د إلى م $ح$ (٨) أعني $ح ل$ كنسبة ار إلى $ح ر$ ونسبة ا د إلى $ح ل$: $ا ك$ إلى $ك ح$ لأن المثلثين متشابهان لتوازي القاعدتين وتساوى (٩) المقاطعتين (١٠) فإذاً نسبة

-
- (١) $د : ا ب ح$
 - (٢) $د : د ا ، د ح ، ب ط$
 - (٣) (يتقاطعان على $ك$) : غير موجود في د
 - (٤) $د : م ح ل$
 - (٥) $د : د$ وزاوية
 - (٦) $د : قائمة - و ف : قائمتان$
 - (٧) $ب ، د : متساويتان - و ف : متساويتين$
 - (٨) $د : م ح - و ف : ب ح$
 - (٩) $د : د$ ولتساوى
 - (١٠) $د : المقاطعتين - و ف : المقاطعتين$

ا ر (١) إلى ر ح (٢) مثل نسبة (٣) ا ك إلى ك ح وإن وضع دائرة ا ب ح د (٤) خارج المركز عن ك الذى (٥) هو (٦) مركز البروج فيبين أنه يكون حينئذ نسبة ا ر (٧) إلى ر ح فى أصل التدوير كنسبة ا ك إلى ك ح فى أصل الخروج وهذا الشكل مشترك للأمرين فإذا نسبة الأبعاد على ماقلنا (*). ويقول أيضا إن نسبة

(١) ف : ا د

(٢) ف : د ح

(٣) د : غير موجود

(٤) د : ا ب ح

(٥) د : التى

(٦) د : هـ

(٧) د : ا ن

(*) مقدمة (١) :

أقرب بعدد للكوكب = نسبة ثابتة سواء اعتبرنا نظرية التدوير أو الخارج
أبعد بعد له

البرهان

فى شكل (١٥٧) نفرض ا ب ح د فلك التدوير ومركزه نقطة هـ ، ومركز البروج نقطة ر نرسم المستقيم ر ح هـ ا ليقطع محيط التدوير فى الحضيض نقطة ح والأوج نقطة ا . وتأخذ نقطتا ط ، ح على محيط التدوير بحيث يكون ط ح = ح ح ثم نصل ر ط ونمده ليقطع التدوير فى نقطة د وكذلك نصل ر ح ليقطعه فى نقطة ب ، ثم نصل ط ب ، ح د فيتقاطعا فى ك . وأخيرا نرسم للمستقيم م ح ل يوازى د ا ويقطع ر ط فى م ، د ح فى ل

∴ م ح ل يوازى المستقيم د ا

∴ فهو عمودى على المستقيم د ح

∴ زاوية د ح م = د ح ل = ٩٠°

وفى المثلثين د ح م ، د ح ل :

زاوية د ح م = د ح ل = ٩٠° ، زاوية م د ح = ل د ح ، الضلع د ح مشترك

∴ ينطبق المثلثان وينتج أن م ح = ح ل

وفى المثلث ر د ا حيث م ح يوازى د ا :

$$\frac{ار}{ر ح} = \frac{اد}{ح م}$$

$$\therefore \frac{ار}{ر ح} = \frac{اد}{ح ل}$$

وفى المثلثين ا د ك ، ح ل ك :

زاوية ا ك د = ح ك ل ، زاوية د = ل (لان ا د يوازى ل ح) .

در (۱) إلى ر ط كنسبة ب ك إلى ك ط وليكن الشكل ذلك بعينه ولنصل د ن ب (۲)
فلأن قوس د ا ب (۳) منصفه (۴) بالقطر ف : د ب عمود على القطر وليكن س ط
مواريا (۵) ل : د ب (۶) ونسبة د ن أعني ن ب إلى س ط كنسبة د ر إلى ر ط
وكنسبة ب ك إلى ك ط لأن المثلثين متشابهان (**) فإذاً بالتركيب (۷) نسبة

∴ المثلثان متشابهان ويبتج أن :

$$\frac{ا د}{ح ل} = \frac{ا ك}{ح ك}$$

$$\therefore \frac{ا ر}{ح ر} = \frac{ا ك}{ح ك} \text{ وهو المطلوب}$$

(۱) د : و ر (۲) د : و ب

(۳) د : غير واضح (۴) د : منتصف

(۵) ب : مواز - وفي د : موازى

(۶) د : د ب

(**) مقدمة (۲) :

$$\frac{د ر}{ر ط} = \frac{ب ك}{ك ط}$$

البرهان

في شكل (۱۵۸) المشابه لشكل (۱۵۷) نصل د ب فيقطع ر ا في ن ، ونرسم س ط

موازيا د ب

∴ نقطة ا منتصف القوس د ب

∴ د ب عمود على القطر ح ا

وفي المثلث د ن ر :

$$\frac{د ن}{س ط} = \frac{د ر}{ر ط}$$

لكن المستقيم د ن = ن ب

$$\therefore \frac{ن ب}{س ط} = \frac{د ر}{ر ط}$$

لكن المثلثان ن ب ك ، س ط ك متشابهان

$$\therefore \frac{ن ب}{س ط} = \frac{ب ك}{ك ط}$$

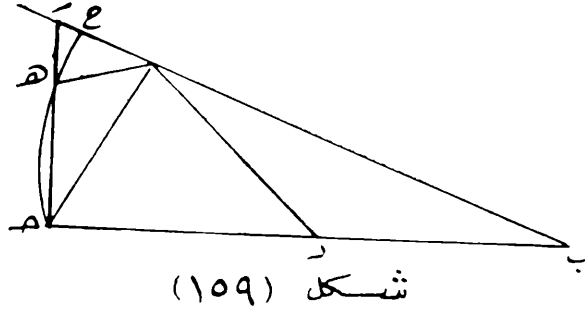
$$\therefore \frac{د ر}{ر ط} = \frac{ب ك}{ك ط} \text{ وهو المطلوب}$$

(۷) د : غير موجود

ب ط وهو (١) المقدم الثاني وقد ينصف على ف فكان (٢) نصنه خط ف ط (٣) فيكون نسبة نصف المقدم الأول إلى التالي بأسره كنسبة نصف المقدم الثاني إلى التالي بأسره وهو (٤) نسبة (٥) ر ع الذى هو نصف د ر (٦) ، ر ط إلى ر ط (٧) كنسبة ف ط (٨) الذى هو نصف ب ط (٩) إلى ك ط فإذا فصل ثانيا صارت (١٠) نسبة ع ط إلى ط ر كنسبة (١١) ف ط (١٢) إلى ك ط فإذا كان خط ع ر أخرج لإخراجا يكون نسبة ع ط إلى ط ر كنسبة سرعة التدوير إلى سرعة الكوكب فيكون (١٣) ف ط ، ك ط فى الخارج على تلك النسبة بعينها ولأن نسبة سرعة فلك التدوير إلى سرعة الكوكب هي (١٤) نسبة الوسط فى الطول إلى الوسط فى الاختلاف فينبغى أن يكون نسبة ع ط ، ط ر مفصلة ولأن نسبة الخارج المركز إلى الكوكب كنسبة (١٥) مسير الشمس إلى مسير الكوكب ومسير الشمس هو مثل الطول والاختلاف (١٦) مجذوعين (١٧) ينبغى أن يكون إذن ف ط ، ط ك (١٨) بالتركيب وإذا (١٩) عرف هذا فلنبين أن الخطين المذكورين فى التدوير والخارج إذا كانا على ما ذكرنا فعلا حد

-
- (١) د : هو
(٢) د : غير موجود
(٣) د : غير موجود
(٤) د : غير موجود
(٥) د : فنسبة
(٦) د : و ر
(٧) (إلى ر ط) : غير موجود فى ف
(٨) د : و ط
(٩) ف : ر ط
(١٠) د : صار
(١١) فى هامش ب : ف ك
(١٢) د : ف ك
(١٣) د : يكون
(١٤) ب ، د : هو
(١٥) د : نسبة
(١٦) ب : أو لاختلاف
(١٧) ف : بمجموعين
(١٨) د : مع خط ياك
(١٩) د : وإذا

الوقوف فلنقدم له مقدمة (١) قدمها أبلونيوس وهو أن نسبة القسم المفصول (٢) من أطول أضلاع المثلث إذا لم يكن ذلك القسم أصغر من الضلع الذى ينصل به إلى القسم الباقى منه أعظم من نسبة الزاوية التى تلى القسم الباقى إلى الزاوية التى تلى (٣) المفصول (٤) مثاله مثلث ا ب ح و : ب > أطول أضلاعه و : ح د المفصول نخطا د ليس بأصغر



من ا ح (٥) فنسبة ح د (٦) إلى (٧) د ب أعظم من نسبة زاوية ا ب ح (٨) إلى زاوية (٩) ا ح ب (١٠) برهانه أنه يتم سطح ا د ح ه متوازى الأضلاع ومعلوم أن خطى ب ا ، ح ه يلتقيان (١١) لأن زاوية ه ح ب مثل الخارجة التى هى أ د ب (١٢) فزاوية ه ح ب وزاوية ب أقل من قائمتين، فليلتقيان (١٣) فليتنق (١٤) ب ا ، ح ه (١٥) على ر فإن رسمت

-
- (١) د : مقدما
 - (٢) ف : المفصول
 - (٣) د : تليه
 - (٤) د : غير موجود
 - (٥) د : ا ح
 - (٦) د : ح د
 - (٧) د : غير موجود
 - (٨) د : ا ب ح
 - (٩) د : غير موجود
 - (١٠) د : ا ح ب
 - (١١) د : غير موجود
 - (١٢) ف : ا د ن
 - (١٣) د : فليلتقيان
 - (١٤) د : وليتنق
 - (١٥) د : ب ا ، ح ه

• : 2 (2)

- الشفاء - ٥٧٧

د ب أعظم من نسبة زاوية ب إلى زاوية ح وكذلك البرهان إن لم يماس القوس ح بل بعد عنه واحتيج أن يخرج ا ح (١) اليه (*) وإذ قد (٢) علم هذا فلتكن دائرة كذلك (٣) الأخرى مشتركة للأمرين على ه وليخرج كذلك ا ه إلى ر يقطعها (٤)

(١) ف : ا د

(*) مقدمة (٣) :

في المثلث ا ب ح إذ كان ب ح أكبر أضلاعه وقسمته نقطة د إلى قسمين بحيث كان د د أكبر من أو يساوى الضلع المجاور له ا ح فإن

$$\frac{\text{ح د}}{\text{د ب}} > \frac{\text{أكبر من زاوية ا ب ح}}{\text{زاوية ا ح ب}}$$

البرهان : في شكل (١٥٩) نصل ا د ونرسم المستقيم ا ه يوازي ح د ، والمستقيم ح ه يوازي

ا د فيصبح الشكل ا ه ح د متوازي أضلاع

نمد ب ا ، ح ه ليتقابلتا في نقطة ر

والسبب في تقابلها وعدم توازيها أن زاوية ه ح ب = ا د ب

لكن زاوية ا د ب + ب = ١٨٠°

∴ زاوية ه ح ب + ب أقل من ١٨٠°

∴ يلتقي الخطان

نرسم قوسا مركزها نقطة ا ونصف قطرها ا ه

∴ ا ه = د ح في متوازي الأضلاع

، الضلع د ح أكبر من أو يساوى ا ح فرضا

∴ الضلع ا ه أكبر من أو يساوى ا ح

∴ القوس إما أن تمر بنقطة ح أو تقطع امتداد ا ح ولكن لا يمكن أن تقطع ا ح نفسه في الحالة

الأولى التي يمر فيها القوس بنقطة ح نفرض أنه يقطع امتداد ب ا في نقطة ح

$$\frac{\text{مثلث ا ه ر}}{\text{مثلث ا ه ح}} > \frac{\text{أكبر من}}{\frac{\text{قطاع ه ا ح}}{\text{قطاع ح ا ه}}}$$

$$\frac{\text{ه ر}}{\text{ه ح}} > \frac{\text{أكبر من}}{\frac{\text{زاوية ه ا ح}}{\text{زاوية ح ا ه}}}$$

$$\text{لكن زاوية ه ا ح} = \text{ا ب ح} ، \text{ وزاوية ح ا ه} = \text{ا ح د} ، \frac{\text{ه ر}}{\text{ه ح}} = \frac{\text{ر ا}}{\text{ا ب}} = \frac{\text{ح د}}{\text{د ب}}$$

$$\frac{\text{ح د}}{\text{د ب}} > \frac{\text{أكبر من}}{\frac{\text{زاوية ا ب ح}}{\text{زاوية ا ح د}}} \text{ وهو المطلوب}$$

والبرهان في الحالة الثانية التي يقطع فيها القوس امتداد ا ح مشابه لذلك .

(٢) د : غير موجود

(٣) ف : غير واضح

(٤) د : مقطع

على ح وليكن نسبة ه ح إلى ح ر أعظم من سرعة التدوير إلى سرعة الكوكب ويخرج
 ر ح ب بحيث تكون نسبة نصف ب ح (١) إلى ر ح كنسبة سرعة التدوير إلى سرعة
 الكوكب وليفصل أ د مثل ا ب ولنصل د ح بقاطع ا ر على ط على أنه مركز البروج
 في أصل الخروج وعلى أن نسبة نصف د ح إلى ط ح كنسبة سرعة الخارج إلى سرعة
 الكوكب وذلك موجود بما علمت فنقول إن في كليهما قد (+) ينحيل إلينا أن الكوكب
 مقيم واقف وذلك إذا كان عند ح وأن القوس التي تلي الحضيض من نقطة ح هي قوس
 رجوع وتأخر ومايلي الأوج هو قوس استقامة وتقدم فليفصل قوس ك ح أولاً إلى جهة
 الأول ولنصل ر ك ل ، ك ط م ، ب ك (٢) ، د ك ، ه د ، ه ك ، ح وبن بالشكل
 المتقدم أن نسبة ب ح إلى ح ر أعظم من نسبة زاوية ح ر ك (٣) إلى زاوية ح ب ك
 فنسبة نصف ب ح إلى ح ر أعظم من نسبة زاوية ح ر ك وهي سرعة التدوير إلى
 ضعف ح ب ك أعني ح ه ك وهي سرعة الكوكب فيبين أن تلك النسبة أعظم من نسبة
 سرعة التدوير إلى سرعة الكوكب فليكن مثل نسبة ح ر ن (٤) إلى ح ه ك حتى يكون
 ح ر ن (٥) أعظم من ح ر ك (٦) فإذا في زمان سواد تحرك الكوكب زاوية
 ك ه ح إلى المغرب وفلك التدوير بمقابلتها زاوية ح ر ن إلى المشرق فانتقل إذن
 الكوكب بالرؤية زاوية ح ر ن وهي أكبر من زاويته الراجعة أعني ك ر ح
 بزاوية ك ر ن وهي الزاوية التي يرى أن الكوكب قطعها في تلك المدة إلى المشرق
 وأما في أصل الخروج فإذا ركبنا كانت نسبة ب ر إلى ر ح أعظم من نسبة
 زاويتي ح ر ك (٧) ، ح ب ك مجموعتين أعني ب ك ل الخارجة إلى زاوية ح ب ك
 وزاوية ب ك ل مثل زاوية د ك م لأن ح ط ك أكبر (٨) دائماً من زاوية ح ه ك
 التي هي الوسط وزيادتها عليها بالتعديل فزاوية ح ط ك مساوية لزاوية الوسط
 والتعديل دائماً وهي خارجة أيضاً مساوية لزاويتي ط د ك ، ط ك د الداخلتين فتكون

(١) د : ب ح

(+) إبتداء من هنا حدث خلط في المخطوط د

(٢) ف : ر ك

(٣) ف : ن ك

(٤) ف : ح د ن

(٥) ف : ح ن

(٦) ف : ح د ك

(٧) م : ح ر ك

(٨) ف : أكثر

زاويتا ك د ط ، ط ك د مساويتين للوسط والتعديل يذهب زاوية ط د ك نصف الوسط لأنها على القوس يبقى زاوية د ك م مثل التعديل (١) ونصف الوسط وكانت زاوية ب ك ل مثل التعديل ونصف الوسط الذي هو زاوية م ك ل المساوية لزاوية ك ب ح فزاويتا ب ك ل ، د ك ل ، د ك م متساويتان وكانت نسبة ب ر إلى رح أعظم من نسبة زاوية ب ك ل إلى زاوية ح ب ك ونسبة ب ر إلى رح نسبة ر ط إلى ط ح ونسبة ب ك ل إلى ح ب ك (٢) نسبة ب ك م إلى ح د ك فنسبة د ح إلى ط ح أعظم من نسبة زاوية د ك م إلى زاوية ح د ك فيلزم أن يكون نسبة د ح ، ط ح أعظم أيضا من الزاويتين المأخوذتين بالتركيب و: ح ه ك ضعف زاوية د فنسبة زاوية د ك م إلى ك ه ح كنسبة نصف د ك م إلى ك د ح ويقابلها نسبة نصف د ح إلى خ ط ولنجرى (٣) الأحكام على المقابلة فتكون نسبة نصف د ح إلى ط ح أعظم من نسبة زاوية د ك م إلى ك ه ح فهو أعظم من نسبة سرعة الخارج إلى سرعة الكوكب فليكن ذلك مثل زاوية ح ط ن إلى ح ه ك فقد ظهر أيضا أن لا رجوع لها هنا (*). وليقع خط ل ك ر بدل وقوع خط (٤) ب ح ر

(١) في هامش ب : الذي هو زاوية ح ب ك وزاوية ح ر ك المساويتان لزاوية ل ك ب

(٢) ف : ب ح ك

(٣) ف : ولنجز

(٤) (ل ك ر بدل وقوع خط) : غير موجود في ف.

(*) برهان نظرية رجوع الكواكب

شكل (١٦٠) يشتمل على برهان النظرية في الحالتين - حالة فلك التدوير وحالة الخارج المركز .

ففي هذا الشكل نفرض فلك التدوير مركزه نقطة ه ، ومركز البروج نقطة ر (للحالة الأولى)

نصل ا ه ر فيقطع الدائرة في نقطة ح حيث :

$$\frac{ه ر}{ح ر} = \frac{\text{سرعة التدوير}}{\text{سرعة الكوكب}}$$

ونرسم القاطع ر ح ب بحيث يكون :

$$\frac{\text{نصف ب ح}}{ر ح} = \frac{\text{سرعة التدوير}}{\text{سرعة الكوكب}}$$

والمطلوب إثبات أن نقطة ح هي موضع وقوف الكوكب

وفي نفس الشكل نفرض الدائرة التي مركزها نقطة ه هي الخارج المركز ، وأن ط مركز البروج

(للحالة الثانية) نرسم الوتر د ط ح بحيث يكون .

$$\frac{\text{نصف د ح}}{ط ح} = \frac{\text{سرعة الخارج}}{\text{سرعة الكوكب}}$$

والمطلوب أيضا إثبات أن نقطة ح هي موضع وقوف الكوكب

ولنفصل قوس ح ك إلى الحضيض خلاف الفضل الأول من مقطع الخط حتى تكون
نسبة نصف ل ك إلى ك ر كنسبة سرعة التدوير إلى سرعة الكوكب فلنصل ل ح ، ر ك

ونأخذ نقطة ك إلى جانب ح جهة الأوج

∴ ب ح اكبر من ب ك

وباستخدام مقدمة (٣) نجد :

$$\frac{\text{ب ح اكبر من}}{\text{ح ر}} = \frac{\text{زاوية ح ر ك}}{\text{زاوية ح ب ك}}$$

$$\therefore \frac{\text{تصف ب ح اكبر من}}{\text{ح ر}} = \frac{\text{زاوية ح ر ك}}{\text{ضعف زاوية ح ب ك}}$$

$$\therefore \frac{\text{نصف ب ح اكبر من}}{\text{ح ر}} = \frac{\text{زاوية ح ر ك}}{\text{زاوية ح ه ك}}$$

لكن زاوية ح ر ك = سرعة التدوير ، وزاوية ح ه ك = سرعة الكوكب

$$\therefore \frac{\text{نصف ب ح اكبر من}}{\text{ح ر}} = \frac{\text{سرعة التدوير}}{\text{سرعة الكوكب}}$$

لذلك نأخذ زاوية ح ر ن اكبر من زاوية ح ر ك بحيث يكون

$$\frac{\text{نصف ب ح}}{\text{ح ر}} = \frac{\text{زاوية ح ر ن}}{\text{زاوية ح ه ك}}$$

∴ يكون الكوكب في نفس الفترة قد تحرك في الحقيقة ناحية المغرب زاوية ك ر ح بينما تحرك

فلك التدوير إلى المشرق زاوية مقدارها ح ر ن - ك ر ح = ك ر ن

∴ لا يوجد رجوع في هذا الموقع

أما في حالة الخارج المركز فنجد من العلاقة :

$$\frac{\text{ب ح اكبر من}}{\text{ح ر}} = \frac{\text{زاوية ح ر ك}}{\text{زاوية ح ب ك}} \quad \text{أن}$$

$$\frac{\text{ب ح + ح ر اكبر من}}{\text{ح ر}} = \frac{\text{زاوية ح ر ك + ح ب ك}}{\text{ح ب ك}}$$

$$\therefore \frac{\text{ب ر اكبر من}}{\text{ح ر}} = \frac{\text{زاوية ب ك ل}}{\text{زاوية ح ب ك}}$$

لكن زاوية ب ك ل = د ك م ، ولأن زاوية ب ك ل خارجة عن المثلث ر ب ك

∴ ب ك ل = ح ب ك + ح ر ك

لكن زاوية ح ب ك = $\frac{1}{4}$ ح ه ك = $\frac{1}{4}$ زاوية الوسط

وزاوية ح ر ك = التعديل

∴ زاوية ر ب ك = التعديل + $\frac{1}{4}$ الوسط

وكذلك زاوية ح ط ك اكبر من ح ه ك أي اكبر من التعديل دائماً

لا محالة أطول من ر ح ونسبة ل ك الأصغر إلى ك ر الأعظم أصغر من نسبة زاوية ح ر ك إلى زاوية ح ل ك وبالتفصيل نسبة نصف ل ك إلى ك ر (١) أصغر من نسبة زاوية ح ر ك إلى ضعف ح ل ك أعني ح ه ك فليكن كنسبته (٢) إلى أصغر من ح ه ك فبري إذن راجعاً وتبين (٣) من هذا أنه إذا كانت نسبة ه ح إلى

وزاوية ح ط ك = التعديل + الوسط

لكن ح ط ك خارجة عن المثلث ط د ك

∴ ح ط ك = ط د ك + ط ك د

∴ ط د ك + ط ك د = التعديل + الوسط

لكن زاوية ط د ك المحيطية = $\frac{1}{4}$ ح ه ك = $\frac{1}{4}$ الوسط

∴ زاوية ط د ك = التعديل + $\frac{1}{4}$ الوسط وهى د ك م

∴ زاوية ب ك ل = د ك م

∴ $\frac{\text{ب ر}}{\text{ح ر}}$ اكبر من $\frac{\text{زاوية د ك م}}{\text{زاوية ح ب ك}}$

أى اكبر من $\frac{\text{زاوية د ك م}}{\text{زاوية ح د ك}}$

لكن $\frac{\text{ب ر}}{\text{ر ح}} = \frac{\text{د ح}}{\text{ط ح}}$

∴ $\frac{\text{د ح}}{\text{ط ح}}$ اكبر من $\frac{\text{زاوية د ك م}}{\text{زاوية ح د ك}}$

∴ $\frac{\text{نصف د ح}}{\text{ط ح}} \leq \frac{\text{زاوية د ك م}}{\text{ضعف ح د ك}}$ أى اكبر من $\frac{\text{زاوية د ك م}}{\text{زاوية ح ه ك}}$

∴ $\frac{\text{نصف د ح}}{\text{ط ح}}$ اكبر من $\frac{\text{سرعة الخارج}}{\text{سرعة الكوكب}}$

∴ نأخذ نقطة ن ناحية الأوج

∴ زاوية ح ط ن اكبر من ح ط ك اكبر من د ك م

ويمكن أن نختار نقطة ن بحيث $\frac{\text{نصف د ح}}{\text{ط ح}} = \frac{\text{زاوية ح ط ن}}{\text{ح ه ك}}$

∴ نجد أيضاً أنه لا يوجد رجوع فى هذا الموقع

(١) ب : ك د

(٢) ف : كنسبة

(٣) ف : وبين

فصل

في معرفة رجوعات الكواكب الخمسة

والآن فيجب أن نبين مقدار المسير الذي يكون فيه الرجوع لكوكب كوكب ولنرسم أولا شكلا (+) مشتركا فإن بطلد بوس قد أورد لكل كوكب وفي كل بعد من أبعاده الثلاثة شكلا مكررا ونحن نكتفي بشكل واحد^(١)، فليكن الفلك الحامل أب ومركز البصر ح ونخرجه إلى مركز التدوير إلى محيطه عند د وليكن ح د أي الأبعاد شتا وعلى تدوير ه ر ح ولنخرج ح ر ه على أن نسبة ح ر إلى ر ط نصف ر ه^(٢) حيث يقع عليه عمود ا ط نسبة سرعة التدوير إلى سرعة الكوكب^(٣) فلأن ا ح ، ا د معلوم في كل كوكب وفي كل بعد فجميع ح د معلوم وأيضا ح ح معلوم ف : د ح^(٤) في ح ح معلوم أعني ه ح^(٥) في ر ح^(٦) لكن نسبة ط ر إلى ر ج أعني نسبة سرعة التدوير إلى سرعة الكوكب معلومة^(٧) وكذلك^(٨) نسبة ه ر ضعف ط ر إلى ر ح^(٩) معلومة^(١٠) وجميع نسبة ج ه إلى ج ر معلوم ف : ه ح ، ح ر^(١١) مجهولان^(١٢) معلوما النسبة لكنهما معلوما المربع فهما معلومان ولأن ا ر ، ر ط معلومان و : ط قائمة فمثلث ا ر ط معلوم ولأن ا ح ، ا ط^(١٣) معلوم فجميع الزويا معلومة ف : ا ح ط^(١٤) وهي^(١٥)

فيكون الكوكب قد تحرك نحو المغرب . زاوية ح ر ك بينها تحرك التدوير نحو المشرق زاوية ن ر ح أي أنه بالرؤية تحرك الكوكب حركة رجوع قدرها زاوية ح ر ك - زاوية ن ر ح وبالمثل في حالة خارج المركز .

(+) نهاية الجزء غير الموجود في المخطوط

(١) د : غير موجود .

(٢) د : غير موجود

(٣) الصحيح هو العكس أي نسبة سرعة الكوكب إلى سرعة التدوير .

(٤) ف : [ف : د ح]

(٥) د ، ف : ه ر

(٦) [ف ر ح] : غير موجود في د - وفي ف : ر ح

(٧) د : معلوم (٨) د : مكرر

(٩) ف : ر ح (١٠) د : معلوم

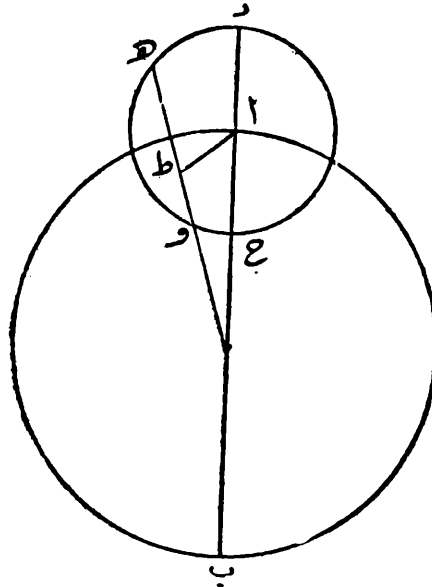
(١١) د : [ف : ه ، ح ر] (١٢) د : المجهولان

(١٣) د : ا ح ، ح ط

(١٤) د : [و : ا ح ط]

(١٥) د : وهو

زاوية التعديل و : راح وهي (١) زاوية الاختلاف الباقية بعد (٢) ر ا ط من طاح (٣) معلومة وضعف كل واحدة من الزاويتين معلوم وهو زاوية كمال الرجوع



شكل (١٦٢)

أما ضعف ح فبالرؤية (٤) وأما ضعف راح فبالمسير في الاختلاف عند الرجوع لو كان فلك التدوير ساكنا أما في الأبعاد الوسطى حيث لا يكون تعديل معتد به فإنه لا يحتاج فيه بعد بيان هذا الشكل إلا إلى علم شيء واحد وهو أن زاوية راح ليست هي زاوية ما بين الوقوف (٥) في وسط (٦) زمان الرجوع الذي هو طرف الليل بل زاوية دونها وذلك أنها إنما كانت تكون تلك الزاوية لو كان فلك التدوير لا يتحرك (٧) البتة لكن فلك التدوير متحرك وإلى أن يقطع الكوكب قوس راح إلى المغرب يكون قد سار فلك

(١) د : وهو

(٢) د : مكرر

(٣) د : ط ا و وف ف : : د ا -

(٤) ف : فبالزاوية

(٥) د : غير موجود

(٦) د : ووسط

(٧) ف : لا يحرك

التدوير على ما توجهه النسبة بين المسيرين^(١) إلى المشرق^(*) وهذه النسبة في كوكب زحل إذا أخذ على الوسط هي^(٢) نسبة (١) إلى (كح كه مو)^(٣) فيجب على هذه النسبة^(٤) أن يكون الكوكب إذا سار قوس رح وهي^(٥)

(١) د : التيرين

(*) تعيين فترة رجوع الكوكب أو زاوية سيره أثناء الرجوع :

في شكل (١٦٢) ليكن ا ب هو الفلك الحامل للتدوير ، ونقطة ج مركز البصر ، ه ر ح التدوير مركزه نقطة ا .

نصل ب - ا فيقطع التدوير في نقطتي ح ، د ونرسم القاطع - ر ه بحيث يكون

$$\frac{\frac{1}{4} ر ه}{ر - ه} = \frac{\text{سرعة التدوير}}{\text{سرعة الكوكب}}$$

فتكون نقطة ر هي نقطة وقوف وتكون زاوية الرجوع هي ضعف زاوية ر - ح بالرؤية وضمف

زاوية ر ا ح بالمسير في الاختلاف

∴ ا - ح ، ا د ضلعان معلومان

∴ كلا من - ح د ، - ح معلوم

لكن د - ح × ح - ه = ا - ح × ر - ه

∴ ه ر - ح × ر - ه كمية معلومة

$$\text{ولكن } \frac{\frac{1}{4} ر ه}{ر - ه} = \frac{\text{سرعة التدوير}}{\text{سرعة الكوكب}} = \text{كمية معاودة}$$

$$\therefore \frac{ه ر}{ر - ه} \text{ نسبة معلومة}$$

$$\therefore \frac{ه ر + ر - ح}{ر - ه} = \frac{ا - ح}{ر - ه} \text{ معلومة}$$

∴ كلا من - ح د ، - ح معلوم

في المثلث ا ر ط :

زاوية ط = ٩٠° ، ا ر معلوم ، ر ط = $\frac{1}{4} ر ه$ معلوم

∴ يمكن أن نعلم ا ط وزاوية ر ا ط

وفي المثلث - ح ا ط :

زاوية ط = ٩٠° ، الضلعان ا - ح ، ا ط معلومان

∴ نستطيع تعيين زاويتي ا - ح ط ، - ح ا ط

أي زاويتي ا - ح ط ، ر ا ح التي تساوي - ح ا ط - ر ا ط

وضعف الزاويتين هو مسير الرجوع المطلوب إذا كان فلك التدوير ساكنا ولذلك يجب أن نأخذ

في الحساب حركة فلك التدوير خلال تلك الفترة .

(٣) د : كح لو او

(٢) د : هو

(٥) د : وهي نسبة

(٤) (على هذه النسبة) : غير موجود في د

(سه نب يب) (١) أن (٢) يكون مركز التدوير قد سار (٣) (بط) (٤) فينقص ذلك من زاوية حوهى (ه نرى) (٥) فيبقى (ح لى) (٦) فهذا يكون للوسط وأمانى سائر الأبعاد فإن الأمر المرئى يخالف فيها الوسط فلا يكون الاختلاف المرئى هو الاختلاف الوسط (٧) بالقياس إلى أوج التدوير ولا يكون الطول المرئى هو الطول الوسط فإن زوال التدوير عن الأوج الوسط (٨) حركة تكون بالمرئى أقل وعنده (٩) الحضيض بالخلاف فيحتاج هناك إلى تعديل الطول (١٠) وتعديل الاختلاف (١١) وتعديل الزاوية (١٢) التى هى ح ما يوجب أن ينقص منها أقل أو أكثر من موجب حركة المركز التى هى (ب بط) حتى إذا حصلت النسبة بين (١٣) الطول المرئى والاختلاف المرئى وحصلت معدل النقصان (١٤) من الزاوية كان ما يبقى لك محصلا وهو من الإقامة إلى نصف الرجوع أى إلى مقاطرة الشمس وإذا حصلت ذلك حصل (١٥) ضعفه وهو قوس الرجوع المعدل وحصلت زمانه فتجد الحساب يخرج لك فى زحل أما فى البعد الأوسط حيث لا يحتاج إلى تعديل (سه نب يب) (١٦) وزاوية ح (ه نرى) (١٧) وحركة المركز بإزاء قوس رح (ب بط) (١٨) ينقص ذلك من زاوية ح تبقى (ج لى) (١٩) والمدة التى يتحرك فيها التدوير (ب بط) هى (٢٠) (سط) يوما

(١) د : يب يب - وفى ف : سه يب يب

(٢) د : لا (٣) د : سارت

(٤) ف : ب بط (٥) ف : ٠ يرى

(٦) د : ح لى

(٧) (فلا يكون الاختلاف المرئى هو الاختلاف الوسط) : غير موجود فى ف

(٨) د : بالوسط (٩) د : وفى

(١٠) د : الطول

(١١) د : الاختلاف

(١٢) د : للزاوية

(١٣) ف : من

(١٤) د : الاتصال

(١٥) (ذلك حصل) : غير موجود فى د

(١٦) د : غير واضح - وفى ف : سه يب يب

(١٧) ف : ٠ يرى

(١٨) ف : (رح ب بط) بدلا من [رح (ب بط)]

(١٩) د : ح لى

(٢٠) د : هو

على التقريب وضعفها (قلح) (١) (وأما في البعد الأبعد فإن رح يخرج (سريه ير) وهو معدل ب و و (٢) وتكون زاوية ج مبلغها (هـ لح يا) فإذا نقص منها ذلك بقي (٣) (ج لب هـ) (٤) ويكون ما يصيب الواحد إذا زال المركز عن الأوج من تفاوت التعديل قريب من (ح و ل) (٥) وتكون نسبة المرئى من الطول إلى المرئى من الاختلاف ليست تلك (٦) النسبة بل نسبة (ح نحل) (٧) إلى (كح لب يو) والأيام (ع ك) (٨) وعلى أن زوال المركز عن الأوج والحضيض هذا القدر لا يوجب تعديلا يعتد به بل يكون كالمنطبق عليه بعد (٩) وأما عند الحضيض فإن النسبة تصير نسبة (ا رك) إلى (كح لح كو) (١٠) ويكون التفاوت التعديلى (١١) بحسب جزء واحد (١٢) (ا رك) (١٣) ويكون قوس رح (سد كاي) (١٤) وتكون زاوية ح (ويب لج) وما يجب أن ينقص (ب لح كح) (١٥) ونصف الرجوع المعدل وهو الباقي بعد النقصان (ج لط هـ) والأيام (سح) وأما (١٦) في المشتري في البعد (١٧) الأوسط فإن رح يكون (ند كالح) (١٨) وزاوية ج (ط نر لب) (١٩) والنقصان (٢٠)

-
- (١) د : قيج — وفي ف : قلح
(٢) في هامش ب : ب يط — وفي د : ب يط
(٣) د : بقيت
(٤) د : ح لط هـ
(٥) د ، ف : هـ و ل
(٦) ف : وليست
(٧) د : ح يه ل — وفي ف : هـ يه ل
(٨) د : يه
(٩) ب : بين السطرين
(١٠) د : كح لح و
(١١) د : للتعديل
(١٢) في هامش ب : ا • ك
(١٣) د : هـ رك
(١٤) د : س د ياي
(١٥) د : ب لب كح وفي ف : ر له كح
(١٦) د : أما
(١٧) ب : في الهامش
(١٨) د ، ف : يد كالح
(١٩) ف : ط ير اب
(٢٠) ب : والنقصان

(١٥ ا ك د) (١) والباقي (د نوح) (٢) والمدة (س) يوما ونصف ونسبة السرعة إلى السرعة نسبة (ا) إلى (ى نا ك ط) (٣) وأما في (٤) البعد (٥) الأبعد فالتعديل للجزء الواحد (ح ي) (٦) والنسبة نسبة (ح ن ند) (٧) إلى (ى نو ل ط) (٨) وقوس رح (نه نه ا) (٩) وزاوية ح (ط له يب) والنقصان المعدل (د م له) والباقي (د ند لر) (١٠) والمدة (سأ) يوما ونصف وأما عند الحضيض فإن التعديل يكون (هه م) (١١) والنسبة (١٢) نسبة (١٣) (ه ا م) إلى (ى مه مط) (١٤) وقوس رح (يب مح مح) وزاوية (ه) (ى لح م) (١٦) والنقصان المعدل (ه لور) (١٧) والباقي (د ند ك) (١٨) والمدة (١٩) (ن ط) (٢٠) يوما وأما في المريخ في البعد الأوسط فالنسبة تكون نسبة (ا) إلى (ه نب نا) (٢١) وقوس رح هي (٢٢) (يون مح) (٢٣)

-
- (١) د : ه ا ك
(٢) د ، ف : د يو ح
(٣) د : ى يا ك ط - وفى : ى يا ك ط
(٤) د : غير موجود
(٥) د : للبعد
(٦) د : ح ي
(٧) د : يدن - وفى ف : ه يدن
(٨) ف : ى يو ل ط
(٩) د : نه او ج - وفى ف : : يه يه ا
(١٠) ف : د يد لر
(١١) د ، ف : ه م
(١٢) د : مكرر
(١٣) د : مكرر
(١٤) د : ى يه مط
(١٥) ب : مشطوبه
(١٦) [ح (ى لح م)] : غير موجود في ب - [(وزاوية ح (ى لح م)] :
غير موجود في د
(١٧) د ، ف : ه ك ا ك
(١٨) د : قير ك - وفى : د ير ك
(١٩) [والنقصان المعدل (ه لور) والباقي (د ند ك) والمدة] : في هامش ب
(٢٠) د : ن كح - وفى ف : ي ط
(٢١) د : يب - وفى : ه يب يا
(٢٢) د : هو
(٢٣) د : لور مح

ورأوية ج هي (ك ر يونه)^(١) والنقصان المعدل (ن ط ر يح)^(٢) والمدة (لو)
يوما^(٣) ونصف ونصيب المقدار الذي يقع فيه الرجوع كله ما بين الوقتين^(٤)
تعديل في الجهتين ناقص وزائد كما تعلم بعشرين دقيقة وأما عند الأوج فالتعديل
(ح ي ك)^(٥) والنسبة نسبة (ح مط م)^(٦) إلى (ا ج يا) وقوس رح (ك ب يح يط)^(٧)
وزاوية ح^(٨) (س ب ك ط يح)^(٩) والنقصان المعدل (م ر يح نا)^(١٠) والمدة أربعون^(١١)
يوما وأما عند الخضيض فالتعديل (ه يب م)^(١٢) والنسبة نسبة (ا يب م)^(١٣)
إلى^(١٤) (ح م يا)^(١٥) وقوس رح وهي^(١٦) (يا يا و)^(١٧) وزاوية ج هي^(١٨)
(ك و ط مطم) والنقصان المعدل (ك لح م ب) والمدة (لب)^(١٩) يوما وربيع وأما في
الزهرة^(٢٠) في البعد الأوسط فالنسبة هي^(٢١) نسبة (ا) إلى (ح ل ر لا)^(٢٢)
وقوس رح هي (يب يب ك د) وزاوية ج هي^(٢٣) (ك ح يد و)^(٢٤) والنقصان

-
- (١) د : ك د يونه
(٢) د : يط ن يح - وفي ف : يط ر ح
(٣) د : غير موجود
(٤) ب ، د : للوقوفين
(٥) د : ه يح ك - وفي ف : ه ي ك
(٦) د : ه يط م - وفي ف : ه مط م
(٧) ف : ك ب يح يط
(٨) د : و
(٩) د : مط يح
(١٠) د ، ف : ير يح كا
(١١) د : اربعين
(١٢) د : يب م - وفي ف : ه يب م
(١٣) ف : ا يب م يا
(١٤) ف : غير موجود
(١٥) د : م - وفي ف : غير موجود
(١٦) د : غير موجود
(١٧) د : يا ما و
(١٨) د : غير موجود
(١٩) د : اثنين
(٢٠) د : غير واضح
(٢١) د : و هو
(٢٢) د : ه و - وفي ف : ه ل ر لا
(٢٣) د : غير موجود
(٢٤) د : ل ح يد و

(ك له ي ط) والمدة عشرون يوما ونصف وثلاث وزيادة ونقصان التعديل (١)
دقائق وأما عند الأوج فإن التعديل (ح ب ك) (٢) والنسبة نسبة (ح ن ر م) (٣)
إلى (ح ل ط نا) (٤) وقوس رح هي (ند ج مر) (٥) وزاوية ج هي (٦)
(كح لا مو) والنقصان المعدل (د ي ط ك) (٧) والمدة (كا) يوما (٨) ونصف
وأما عند الحضيض فإن التعديل يكون (ح ب ك) (٩) والنسبة نسبة (ا ب ك) إلى
(ح له يا) (١٠) وقوس رح هي (١١) (ما مد كلم) (١٢) وزاوية ج هي (كر يه مط) (١٣)
والنقصان المعدل (ك يح ل) والمدة (كج) (١٤) يوما وأما لعطارد في البعد الأوسط
فإن النسبة نسبة (ا) إلى (ج ط ح) وقوس (١٤) رح هي (١٦) (لدنويب) (١٧)
وزاوية ج هي (١٨) (ير لح لد) (١٩) والنقصان (يا دن ط) (٢٠) والمدة أحد عشر (٢١) يوما
وربع يوم وأما عند الأوج فإنما يكون على أوج الحامل بالحقيقة متى كان الطول المعدل
بعده من الأوج (٢٢) الأول قريبا من أحد عشر جزءا ويكون الذي يه يب هذا من

-
- (١) د : خمس
(٢) د ، ف : ب ك
(٣) د : ه ن ر م وفي ف : م ير م
(٤) د ، ف : ه ل ط نا
(٥) د : يد ك مر
(٦) د : غير موجود
(٧) د : ك ي ط ح - وفي ف : ك ي ط ك
(٨) د : غير موجود
(٩) د : غير موجود - وفي ف : ه ب ك
(١٠) د : له ما - وفي ف : ه له يا
(١١) د : غير موجود
(١٢) د ، ف : يا مد كد
(١٣) [وزاوية ح هي (كر يه مط)] : غير موجود في د - وفي ف : كره مط
(١٤) د : كح
(١٥) د : والقوس
(١٦) د : غير موجود
(١٧) ف : لد يو سر
(١٨) د : غير موجود
(١٩) د : ير يح كد
(٢٠) ف : يا د ي ط
(٢١) د : وعشرون
(٢٢) ف : في الهامش

الأجزاء المستوية (١) (يا) ونصف (٢) فيكون التعديل قريبا من (ح ب ك) (٣)
فتكون النسبة نسبة (هـ نـ م) (٤) إلى (ج يا كح) وقوس (رح) هي (٥)
(لب نب كو) (٦) وزاوية ج (محموب) والنقصان المعدل (ط مح نا) (٧)
والمدة (ى) يوما ونصف (٨) وأما عند الحضيض وذلك إذا كان بعد الكوكب
(قك) (٩) جزءا عن الثلث والتعديل قريب من دقيقة ونصف (١٠)
والنسبة نسبة (ال) (١١) إلى (جر لـ ح) رقوس (١٢) رح وهي (١٣)
قوس الاختلاف المرئي (ل لـ يه) (١٤) وزاوية ج هي (يط يه نح) (١٥) والنقصان
المعدل (يا لـ ط ل) (١٦) والمدة (يا) (١٧) يوما ونصف ويجب أن نعلم أن الحساب في
هذه الأشياء إذا أجرى (١٨) على أن النسبة المطلوبة هي نسبة الطول إلى زاوية راح
ووقف الأمر على ذلك كان فيه ضروب (١٩) من التجوز ولم يكن على حسب الواجب
وذلك لأن زاوية راح ليست للاختلاف الوسط بل للاختلاف (٢٠) المعدل وإنما يجب

-
- (١) د : المنسوبه
(٢) د : [يا ك] بدلا من [(يا) ونصف]
(٣) د : هـ ب ك
(٤) د : نـ م وفي ف : مـ ير م
(٥) د : غير موجود
(٦) ف : لب يب كو
(٧) د : ط مح يا
(٨) د : [لـ لـ يه] بدلا من [(ى) يوما ونصف]
(٩) د : مائة وعشرون
(١٠) ف : غير موجود
(١١) د : ا
(١٢) د : والقوس
(١٣) د : وهو
(١٤) د : يه لب يه
(١٥) د : ف : يط يه يح
(١٦) د : يا يط ل
(١٧) د : أحد عشر
(١٨) د : جرى
(١٩) د : ضرب
(٢٠) [الوسط بل للاختلاف] : غير موجود في د

أن تطلب (١) نسبة الطول الوسط إلى الاختلاف الوسط حتى تكون النسبة المطلوبة ثم يبنى عليه التعديل وأجود الطرق فيه وأثبتها هو هذا الطريق فإن ماسواه يختلف فيه النسب فإنه لا أصل محفوظا في النسبة بين الوسط والمعدل حتى أن استعمالنا زاوية ح على أنها نصف الرجوع إنما هو على التقريب لا التحقيق إذ لا يتشابه المديري في جنبتي خط ح ح البتة (٢) لكنك تعلم (٣) أن المسيرين في البعد الأوسط من الحامل يتفق فيها الوسط والمعدل وإنما يختلف في غير ذلك فلنفرض المسألة (٤) في المريخ مثلا وقد جرى منا حسابه على أنه إذا كان على (٥) أعظم بعد من الحامل الخارج المركز كانت القوس (٦) رح (ك ب يحيط) (٧) ويكون ما يصيبها من الطول اللورى على النسبة المفروضة وهى للمريخ (٨) نسبة (ح ط م) (٩) إلى الجزء الواحد (١٠) إلى (أ ح يا) (١١) فتكون حيثئذ هذه النسبة نسبة الطول الوسط إلى الاختلاف المعدل وذلك عندما ينبغي أن نعتبره بل يجب أن نستخرج أولا الاختلاف الوسط من المعدل بأن ننقص أو نزيد تعديله فإذا استخرجنا الاختلاف الوسط عدنا (١٢) واستخرجنا (١٣) الطول الوسط على النسبة ثم عدنا إلى تعديله بعد ذلك ونجد أكثر ما يصيب مسيره من (١٤) من حد الوقوف إلى مقاطرة الشمس من تفاوت التعديل في البعد الأعظم ح مه لا يختلف الزيادة والنقصان عليه بما يعتد به وتعديل الاختلاف عند أوج الحامل زائد (١٥) لا محالة نزيده على الاختلاف ويعلم (١٦) أنه بعينه يجب أن ينقص من الطول إذا تذكرت ما سلف لنا من

-
- (١) د : يطلب
(٢) د : (ح ط ، ح ونسبته) بدلا من [ح ح البتة]
(٣) د : يعلم
(٤) د : المسألة
(٥) ف : في الهامش
(٦) د : قوس
(٧) د : ك ب يحيط
(٨) د ، ف : المريخ
(٩) د ، ف : ح ط م
(١٠) [إلى الجزء الواحد] : غير موجود في د
(١١) في هامش ب : هو كاي
(١٢) د : عدنا
(١٣) د : فاستخرجنا
(١٤) د : بين
(١٥) د : زائدة
(١٦) د : ونعلم

الأصول والذي كان خرج هو الاختلاف المعدل فيجب أن نقص هذا القدر منه حتى يعود إلى الوسط فيكون حيثئذ (يح كح بط) ونصيبه من الطول على النسبة التي لا تتغير (١) (ك نح كا) (٢) بل (كا ي) تقريبا فيكون هو الطول المعدل وفي (٣) جانب الحضيض يعمل بالضد (٤) .

فصل

في صفة عمل جداول وقوفات هذه الكواكب (٥)

ثم عمل جداول الوقوفات وقد ارتاد فيها أن يسهل الوقوف على حد الوقوف ومركز التلوير على غير النقط الثلاث فرتب جلولا فيه ثلاثون سطرا طولها (٦) واثنى عشرة (٧) صفحا عرضا فالح فان الأولان فيها وسط المسير الوسط المتفاوتة (٨) بستة (٩) ستة (١٠) الجدول الأول منها (١١) يبتدىء من ست درجات وينتهى إلى (قف) والآخر يبتدىء من (شس) (١٢) درجة وينتهى إلى (قف) حتى يكون بعكسه والصفوف العشر (١٣) الباقية لكل كوكب منها صفان صف لبعد حد الوقوف الأول عن (١٤) أوج التلوير إذا كان مركزه فلك التلوير على النقطة المفروضة في الجدولين في الطول وصف مثل (١٥) ذلك للوقوف (١٦) الثاني وحساب ذلك هو على (١٧) استعماله

(١) في هامش ب : ك نح يا

(٢) د : ك لح يا - وفي ف : ك يح كا

(٣) د : في (٤) د : بالرصد

(٥) (فصل في صفة عمل جداول وقوفات هذه الكواكب) : غير موجود في د

(٦) ب : غير موجود (٧) د : واثنى عشر

(٨) د : المتقاربة

(٩) ب : غير واضح - وفي ف : نسبة

(١٠) ب : غير واضح - وفي ف : سنة

(١١) د : منها

(١٢) د : ثلاثمائة وستين

(١٣) د : العسر - وفي ف : العشرة

(١٤) د : على

(١٥) د ، ف : لمثل

(١٦) د : الوقوف

(١٧) د : على سبيل

نسبة التفاضل الموضوعة (١) في الحلول الثامن من جداول (٢) التعديل وإذا كان الكوكب عند كونه على خط ح ح (٣) حكمنا أنه على حال طرف الليل فيبين (٤) أنه عند كونه على حد الوقوف في مثل نقطة رمثلا يكون مركز التدوير زائلا عن محاذاة (٥) نقطة ا فيكون ما وضعناه من حساب حد الوقوف عند البعدين المتقابلين من الحامل هو حساب لما يكون عند كون مركز التدوير زائلا عن الحدين وإن كان ذلك في كوكبي زحل والمشتري غير مغادر للحقيقة (٦) كونه على البعدين نفسيهما مغادرة يعتد بها (٧) فليقرر (٨) الحساب في كوكبي زحل والمشتري على ما كان حيث حسبنا فيما سلف وهو زائل إذ لا كثير فرق بين زواله واستقراره وأما في المريخ فما بعده فإن ذلك يختلف بما يعتد به لكنه قد يمكن أن نعلم حد الوقوف والكوكب على أحد البعدين بأن يوجد ما علم للزوال الذي حسبناه ثم يستخرج على سبيل حساب التفاضل وطلب الرابع حساب بعد حد الوقوف والمركز على البعدين بأن تكون نسبة التفاوت بين الموضع الذي عليه فلك التدوير وبين كونه على الأوج في طول الخطين الخارجين من مركز الإبصار إلى مثل ذلك التفاوت بين الأوجى والوسطى كنسبة التفاوت بين التعديل الأوجى (٩) والموضع الذي فيه المركز إلى التفاوت من (١٠) التعديل الأوجى (١١) والوسطى حتى تكون نسبة تفاوت التعديلات كنسبة تفاوت البعدين وقد كان الحساب جرى للمريخ ومركز التدوير على (ك نج) (١٢) من (١٣) الأوج (١٤) فكان حد الوقوف بعده من حضيض التدوير (كب) وكذلك علم نظيره في الوسط الأقرب (١٥) فاستخرج من ذلك تفاوت التعديل لكون

(٢) د : أول

(١) د : الموضوع

(٣) د : ح -

(٤) د : فيبين

(٥) د : محاواة

(٦) ف : بحقيقة

(٧) د : به

(٨) د : فليقرر

(٩) د : الأوجى والوسطى

(١٠) د : بين

(١١) (والموضع الذى فيه المركز الى التفاوت من التعديل الأوجى) : غير موجود في ب

(١٢) د ، ف : ك مع

(١٣) ف : قسم

(١٤) [من الأوج] : في هامش ف

(١٥) ب ، د : والأقرب

المركز (١) على حدى الأوج والحضيض من الحامل نفسها وعلى ذلك حسب الكوكب ويمكن بذلك الطريق أن نعلم ما نصيب كل بعد فرضناه لمركز (٢) التدوير عن البعدين المتقاطرين .

فصل

فى معرفة الأبعاد العظمى من الشمس للزهرة وعطارد (٣)

فلما فرغ من الجداول اشتغل (٤) بحساب الأبعاد العظمى لكوكبى الزهرة (٥) وعطارد (٦) إذا كان مركز التدوير معلوم البعد الحقيقى فى الطول (٧) بل كانت الزهرة معلومة البعد الحقيقى (٨) عن أوجها الذى كان للزهرة فى الثور (كه) (٩) وكان عطارد معلوم البعد عن الأوج الأول الذى كان على عصره (١٠) على عشرة من الميزان فحسب أمر الزهرة بشكلىين يشتركان فى أن الكوكب فى رأس الحمل ويختلفان بأن الخط المماس فى الأول منها واقع فى جهة مركز البروج وفى الثانى واقع بخلافه فأما الشكل الأول فليكن اب ح د ه القطر المار بالأوج والحضيض وليكن الأوج ا و : ب مركز المعدل و : ح مركز الحامل و : د البصر ولنخرج نصف قطر ح ر (١١) وعلى ر فلك تدوير ح ط (١٢) وليكن الكوكب فى هذا الشكل مغربا (١٣) وعند (١٤) الخط المماس عند ط ولنصل د ط ومن

(١) [لكون المركز] : فى هامش ب ، ف

(٢) د ، ف : مركز

(٣) [فصل فى معرفة الأبعاد العظمى من الشمس للزهرة وعطارد] : غير موجود فى د

(٤) د : غير واضح

(٥) د : زهرة

(٦) د : عطارد

(٧) فى هامش ب : فإن

(٨) د : غير موجود

(٩) د : ك

(١٠) (على عصره) : غير موجود فى د

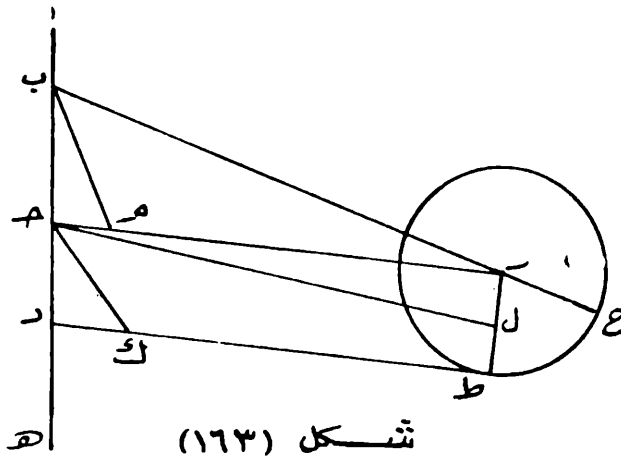
(١١) د : و ز - و فى ف : ب ر

(١٢) د : ح ط ب .

(١٣) فى هامش ب : مشرقيا .

(١٤) د : وعن - وفى ب بين السطرين : وعلى .

عمود ح ك على د ط (١) وعلى ر ط عمود ح ل ومن ب على ر عمود ب م فلأن
زاوية ا د ط معلومة لأننا نفرض الكوكب معلوم الوضع و: ك قائمة وخط ح د
معلوم فمثلث (٢) ح د ك (٣) معلوم (٤) ولأن د ك معلوم ومتوازي أضلاعه
أضلاع ط ل ج ك قائم الزوايا و: ل ط (٥) يوازي (٦) ج ك و: ج ك (٧)
معلوم فموازيه ل ط معلوم يبقى ر ل معلوما وموتر ح ر معلوم فمثلث ج ل ر معلوم



فجميع زاوية د ج ر معلومة (٨) فباقيه ا ج ر معلومة فمثلث ج م ب (٩) القائم
الزاوية المعلوم الضلع معلوم وأيضا مثلث (١٠) ب م ر (١١) عن قريب معلوم
فجميع زاوية ه ب ر معلومة فباقيتها (١٢) ا ب ر وهي زاوية المسير (١٣) المستوى

(١) د: [عل د ط عمود ج ك] بدلا من [عمود ح ك عل د ط].

(٢) د: مثلث .

(٣) د: ح ر ك .

(٤) د: معلوم .

(٥) د: [ف: ل ط] .

(٦) د: موازي .

(٧) [و: ح ك]: غير موجود في د .

(٨) د: معلوم .

(٩) ف: ح م ر .

(١٠) د: فمثلث .

(١١) ف: ر م د .

(١٢) د: فباقية .

(١٣) د: المستر .

معلومة (١) وهي (٢) مساوية لوسط الشمس فما يوتره ر ط من فلك البروج وهو التفاوت بين المعلومين معلوم وخرج لرأس الحمل (مه مد) (٣) ونعدل الشمس فنعرف ما بينهما وأنت (٤) يمكنك أن تحسب لغيرها (٥) (*) . وأما

(١) د : معلوم .

(٣) د : مه يه

(٤) د : و أنت .

(٥) د : لغيره .

(*) تعيين الأبعاد العظمى للزهرة عن الشمس :

في شكل (١٦٣) نفرض ا ب ج د ه القطر المار بالأوج ا وبالحضيض ه ، وبمركز المعدل نقطة ب ، ومركز الحامل نقطة ه ، ومركز البصر نقطة د . وليكن ر مركز فلك التدوير ج ط ، ونفرض الكوكب نحو المغرب عند نقطة ط حيث د ط مماس من البصر إلى فلك التدوير . فتكون زاوية ط د ر هي النهاية العظمى لبعد الزهرة عن الشمس المطلوب تعيينها .

نسقط ج ك عمودا على د ط ، ه ل عمودا على ر ط ، ب م عمودا على ه ر
في المثلث ه د ك :

زاوية ه د ك = ٩٠° ، زاوية ج د ك = ا د ط = معلومة ، الضلع ه د معلوم

∴ يمكن أن نعلم زاوية د ه ك وضلعا ك د ، ج ك

وحيث أن الشكل ط ل ه ك مستطيل

∴ ل ط = ج ك = معلوم

∴ ل ر = ط ر - ل ط = معلوم

وفي المثلث ه ل ر :

زاوية ه ل ر = ٩٠° ، الضلعان ج ر ، ل ر معلومان

∴ يمكن أن نعرف زاوية ل ه ر وضلع ه ل

∴ نعلم زاوية د ه ر = د ه ك + ٩٠ + ل ه ر

∴ نعلم زاوية ا ه ر = ١٨٠ - د ه ر

وفي المثلث ا م ه :

زاوية ا م ه = ٩٠° ، زاوية ا م ه معلومة ، ضلع ا م معلوم

∴ نعلم زاوية ه م ا ، وضلعا م ه ، م ا

وفي المثلث ا م ر :

زاوية ا م ر = ٩٠° ، ضلع ب م معلوم ، ضلع م ر = ر ه - م ه معلوم

∴ يمكن أن نعلم زاوية م ب ر

∴ تصير زاوية ا ب ر = ١٨٠ - (م ب ر + م ا ر) معلومة

وهذه الزاوية هي المسير المستوي = وسط الشمس

أما لتعيين زاوية ط د ر فلدينا زاوية ط قائمة ، الضلع ط د معلوم ، الضلع ط د = ط ك + ل د =

ه ل + ك د = معلوم

∴ الزاوية تصبح معلومة .

الشكل المبين لذلك والخط المماس يقع إلى خلاف جهة مركز البصر فليكن ط واقعا إلى جهة ا ولنصل د ط ونخرج عمودى (١) ج ك ، ب م و : ب م (٢) يقع هاهنا فى الجانب الآخر فمثل ح د ك يعلم و : ح د (٣) أعنى ل ط بل جملة ر ل معلوم (٤) و : ل قائمة ف : ل ح معلوم وأيضا مثلث ب ج م معلوم لضلعه وللقائمة وللقاطعة ح المعلومة (٥) ف : ر م كله و : ب م معلوم فموترب ر معلوم والزوايا (٦) معلومة (٧) وزاوية ا ح ر (٨) الخارجة من مثلث ب ح م معلومة (٩) وزاوية

ر معلومة فزاوية ر ب ح معلومة فزاوية ا ب ر وهى (١٠) المسير (١١) المستوى معلومة (١٢) وأيضا جميع د ط معلوم من قسمته و : ط ر معلوم و : ط (١٣) قائمة

فمثلث ط در (١) معلوم فها (٢) يوتره زاوية ط در معلوم (*) وهو أبعد البعد المرئى ويعدل للشمس (٣) فيعرف ما بينهما وأما الكوكب (٤) عطارد فإنه لما كان كثيرا ما يختبئ فلا يظهر إذا كان على أبعد بعده من الشمس ارتاد له أن يكون في موضع مثل ذلك فوضع عطارد في بعد صباحي في أول العقرب أو مسائي في أول الثور فلما كان يمكن في كوكب الزهرة أن يتوصل من معرفة منزلة المعدل إلى معرفة الوسط أعني موضع مركز فلك (٥) تدويره ولم يكن يمكن (٦) ذلك في كوكب عطارد لحركة فلكه الخارج بل كان الأمر بالعكس فإنه إنما يتوصل (٧) من وسطه

(١) د : ا ح ر (٢) د : هـ

(*) تابع تعيين الأبعاد العظمى للزهرة عن الشمس :

اعتبر هنا الكوكب في الجهة الأخرى من التدوير أى أن المماس للتدوير يقع ناحية الأوج .
في شكل (١٦٤) ليكن د ط مماس للتدوير عند الكوكب ط حيث نقطة ط ناحية الأوج ا .

مثلث ح د ك معلوم كما سبق ذكره

∴ نعلم زاوية د ح ك ، ضلعا ح ك ، د ك

لكن ح ك = ط ل ∴ ط ل معلوم

∴ ر ل = ط ل + ر ط = معلوم

فيصير مثلث ح ل ر معلوما ونعرف منه زاوية ل ح ر وضلع ل ح

∴ زاوية د ح ر = د ح ك + ٩٠ - ل ح ر تصير معلومة

وفي مثلث ا ح م :

زاوية م قائمة ، زاوية ب ح م = د ح ر = معلومة ، ضلع ب ح معلوم

∴ يمكن أن نعرف الضلعان ب م ، ح م

∴ ر م = ح م + ح ر تصير معلوما

وفي مثلث ب م ر : زاوية م = ٩٠° ، الضلعان ر م ، ب م معلومان

∴ نعلم من ذلك زاوية ب ر ح وضلع ب ر

لكن في المثلث ا ح ر عرفنا زاوية ب ر ح ، وزاوية ا ح ر = ١٨٠ - د ح ر

∴ تصير زاوية رب ح معلومة

ومن هذه الزاوية نستنتج زاوية ا ب ر = ١٨٠ - ر ح وهو المسير المستوي أو وسط الشمس

واخيرا لتعيين قيمة الزاوية ط در لدينا زاوية ط قائمة والضلع ط ر معلوم والضلع ط د

= د ك + ك ط = د ك + ح ل معلوم فتصير الزاوية معلومة

(٣) د : الشمس

(٤) د : لكوكب

(٥) د : غير موجود (٦) د : غير موجود

(٧) د : يتوصل

إلى معدله وكان (١) بسبب ذلك لا يمكن أن يفرض الكوكب مثلاً عند أول
العقرب أو الثور ثم يعلم وسطه بوسط الشمس فيعدل الشمس فيعدل البعد فلها لم
يكن هذا (٢) احتال لمعرفة ذلك وجهها آخر وهو أنه جعل المعلوم أولاً موضع
مركز التدوير على بعد مفروض من الأوج أو الحضيض يقع له عطار د قريباً من
مبدأ البروج المذكور فعرف من معرفة الوسط فضل التعديل ثم رأى إن تقدم أو تأخر
عن موضع المركز ببعد مفروض من الموضع الأول بحسب ما تقتضيه (٣) الزيادة
في التعديل أو النقصان تقدماً أو تأخراً من الموضع الأول ليحصر (٤) فيه الدرجة
المفروضة بين الموضعين إذا (٥) عدلاً وبصار إلى ذلك بالحدس والامتحان فعرف
بينهما تفاوت التعديل الأعظم وعرف تفاوت الدرج فاستخرج من ذلك أن لذلك
المقدار من تفاوت الدرج يقع مقدار معلوم من تفاوت بين التعديلين الأعظمين ثم عرف
أن أقرب البعدين من الدرجة المفروضة كم بينها (٦) وبين الدرجة فعرف أن ذلك
المقدار كم يوجب من التفاوت في التعديل الأعظم بحسب الاعتبار بين (٧)
الحسابين (٨) الأول فكان ذلك غاية البعد من وسط الشمس فعرف وسطها فعدل
وسط الشمس فيعدل البعد مثاله أنه وضع أولاً مركز التدوير على عشرة من الميزان
وهو الأوج ونظر (٩) أن الكوكب كم بعده المرئي من أول العقرب فصادفه على
(كط ب) من الميزان وبعده من وسط الشمس (كآ ب) وبينه وبين رأس
العقرب (جـ حـ لـ) (١١) ثم وضع مركز التدوير على ثلاثة أجزاء من الأوج فكان الكوكب
يرى (١٢) على (أ نه) (١٣) من (١٤) العقرب وبعده على (١٥) وسط الشمس

(١) د : فكان

(٢) د : ما يقبضه - وفي ف : ما يقتضيه

(٤) د : تنحصر

(٦) د : بينهما

(٨) د : غير واضح

(٩) د : فنظر

(١٠) في هامش ب : كدى يوم - وفي د : كذب

(١١) د ، ف : هـ يح

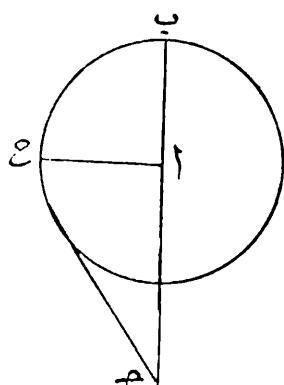
(١٢) د : نرى

(١٣) د ، ف : أنه

(١٤) د : مر

(١٥) د : من

(ك نا) (١) فعرف أنه لو كان يرى على الدرجة الأولى من العقرب لكان تعديله بمقدار (ك يج) (٢) فإذا عدل الشمس عرف البعد ثم فعل مثل ذلك والكوكب عند الثور وأما بيان ذلك بالأشكال فالشكل الأول مبني على أن مركز تدويره



شكل (١١٥)

في أوج الحامل بالحقيقة وهو عاشر الميزان و : ب مركز المعدل و : ح مركز البروج حتى يقع ب ، ج معاً في خط واحد ويكون (٣) التدوير على ا والخط المماس على ح (٤) فلأن ا ج ، ا ح معلومان (٥) والزاوية قائمة (٦) فمثلث (ج ح ا) (٧) والزاوية أعني ا ج ح معلومة (٨) (*) وخرجت

(١) د : كدى

(٢) د : كدى

(٣) [مركز المعدل و : ح مركز البروج حتى يقع ب ، ج معاً في خط واحد ويكون] :

غير موجود في د

(٤) د : ح

(٥) د : معلوم

(٦) في هامش ب : [ف : ح معلوم وزاوية ا ح ج معلومة وخرجت ك ب ر]

(٧) د : (ف : ح ا معلوم) بدلا من [فمثلث ح ا]

(٨) د : معلوم

(*) تعيين الأبعاد العظمى لمطارد :

في حالة كوكب الزهرة التي ناقشناها فيما سبق كان المفروض أننا نعلم موقع الكوكب ط ، أما في حالة عطارد فإنه قريب جدا من الشمس ويصعب تعيين موقعه ، ولذلك فرض بطليموس موقع مركز فلك التدوير بالنسبة للأوج أو الخفيض ومن ذلك استنتج موقع الكوكب . وقد أخذ لذلك عدة مواقع معينة لمركز فلك التدوير ووضع النتائج على هيئة جدول يمكن منه تعيين المطلوب بالتقريب . وقد ناقش لذلك ثلاثة مواضع :

(بط.ب) (١) ثم لو (٢) وضع زائلا عن الأوج بأجزاء (٣) محدودة مثلا ثلاثة أجزاء حتى يقع ب ا (٤) في خلاف جهة ح ولنصل ب ه ر ، ح د ونعمل عليه فلك تدوير ر ح ونخرج ج ح بماسه (٥) ونصل ه ح (٦) فلما كانت زاوية ا ب ه معلومة فيمكن أن يعلم بها ب ه ح التي للتعديل على الأصول الماضية في حساب التعديل وأن يصير من ذلك خط ح ه معلوما ثم يصير ه ح معلوما وزاوية ه ج ح (٧) معلومة (*) وخرجت (ك نا) (٨)

الموضع الأول : مركز التدوير عند أوج الحامل : ففى شكل (١٦٥) نقطة الأوج حيث مركز التدوير ، نقطة ب مركز المعدل ، نقطة ح مركز البروج

فإذا رسمنا ح ح مماسا للتدوير كانت زاوية ا ح ح هى الفرق بين الأوج وموضع الكوكب أى بين موضع مركز التدوير وموضع الكوكب وهذه الزاوية يمكن تعيينها من المثلث ح ح ا حيث : الضلعان ا ح ، ا ح معلومان ، زاوية ح ح = ٩٠°

- (١) د : ك ب
- (٢) د : غير موجود
- (٣) ب : غير واضح
- (٤) د : ما
- (٥) (ونخرج ح ح بماسه) : غير موجود فى د
- (٦) د : ح ه
- (٧) د : ح ح

(*) تابع تعيين الأبعاد العظمى لطارد :

الموضع الثانى : مركز التدوير على بد معين من الأوج . ففى شكل (١٦٦) نقطة ا هى الاوج ، نقطة ه مركز فلك التدوير ، نقطة ح هى مركز البروج ، نقطة ب مركز المعدل وهو لابد أن يقع على ح ا نرمم ح ح مماسا للتدوير فى نقطة ح وليكن ح موضع الكوكب ، ونصل ب ه ليقطع امتداده فلك التدوير فى نقطة ر .

المفروض أننا نعلم زاوية ا ب ه والبعدين ح ب ، ح ه

والمطلوب تعيين زاوية ه ح ح

من زاوية ا ب ه يمكن تعيين زاوية التعديل ب ه ح كما سبقنا شرحه

وفى المثلث ب ه ح أصبح معلوما لدينا :

زاويتى ب ه ح ، ب ح ه والضلع ح ب

من ذلك نستطيع إيجاد الضلع ح ه

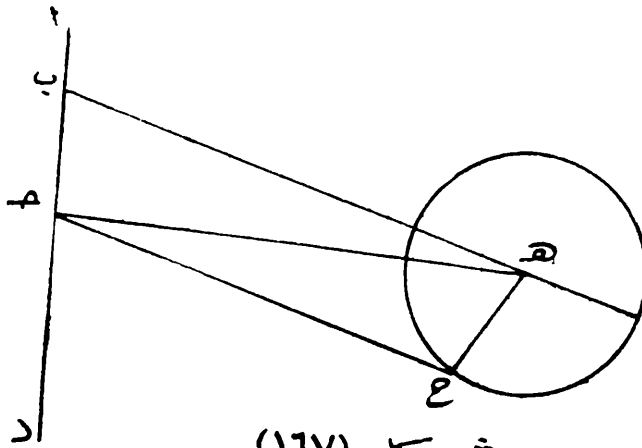
∴ المثلث ه ح ح أصبح معلوما فيه :

زاوية ح القائمة والضلعين ح ه ، ح ح

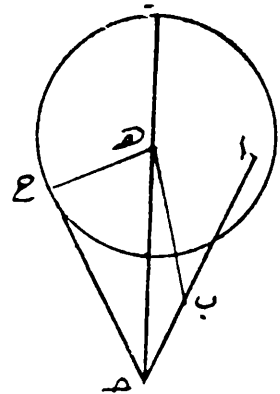
ومن ذلك نعرف زاوية ه ح ح المطلوبة

(٨) د ، ف : ك يا

وليقع على بعد محدود من الحضيض الأول وانصل ج ح صباحيا فلأن زاوية ح ب هـ (١) تصب معلومة فتعلم بما تقدم ح هـ و : ح معلوم فتعلم مثلث هـ ج ح



شكل (١٦٧)



شكل (١٦٦)

وزاوية هـ ج ح (٢) (**). فإذا كان (٣) الوسط بعده من الحضيض الأول وهو
هاشر الحمل (لط) (٤) جزءا والشمس بالوسط في الثور (يط) (٥) درجة
وبالمقوم (يط لح) (٦) تكون زاوية ح هـ ح (٧) (يريه) (٨) ويكون

(١) د : وب هـ - وفي ف : د ب هـ

(٢) [معلوم فتعلم مثلث هـ ج ح وزاوية هـ ج ح : مكرر في د

(**). تابع تعيين الأبعاد العظمى لعطارد :

الموضع الثالث : مركز التنوير على بعد معين من الحضيض. فن شكل (١٦٧) نقطة دهى الحضيض ،
نقطة ا هى الأوج ، نقطة ب مركز المعدل ، نقطة ح مركز البروج ، نقطة هـ مركز فلك التنوير
نفرض أن نقطة ج موضع الكوكب حيث ح ح مماس للتنوير
المفروض أننا نعلم زاوية ا ب هـ أو زاوية ح ب هـ = ١٨٠ - ا ب هـ ، والضلعان

ح هـ ، ب هـ

والمطلوب تعيين قيمة الزاوية هـ ج ح

من زاوية ح ب هـ يمكن إيجاد زاوية التعديل ب هـ ح ، ومن المثلث ب هـ ح نعين الضلع

ح هـ ثم من المثلث هـ ج ح نستنتج الزاوية المطلوبة هـ ج ح

(٢) د : كانت

(٤) د : تسعة وثلاثين

(٥) د : تسع عشرة

(٦) ف : قيط لح

(٧) في هامش ب : ح هـ ح تزيد - وفي د : ح هـ ح - وفي ف : ح هـ د

(٨) د : يريد

عطار د على (كرىه) (١) من الحمل وبعده (٢) الحقيقى من الشمس (ك ب كج) وإذا كان بعد الوسط يعنى من الحضيض (٣) (م ب) حتى تكون الشمس بالوسط (ك ب) من الثور والمقوم (٤) (ك ب لا) منه خرج (٥) زاوية ه ج ح (٦) (ك ج م ه) وعلى هذا الوجه حسب للكوكب على رأس برج آخر ووضع جداول اثنى عشر تشتمل على (٥) صفوف (٨) الأول فيه اسم مبادئ البروج والثانى لصباحى الزهرة والثالث لمسايتها والرابع والخامس كذلك لعطار د .

(١) د : ى ر يه

(٢) د : وبعدها

(٣) (يعنى من الحضيض) : فى هامش ب ، وغير موجود فى د

(٤) ب : وبالمقوم - وفى د : وبالمقوم على

(٥) د : فيخرج

(٦) د : ح - ح ج

(٧) د : كه مر

(٨) د : [صفوف خمسة] بدلا من [(٥) صفوف]

المقالة الثالثة عشر

في الأصول التي يعمل عليها
في ممر الكواكب الخمسة في العرض

المقالة الثالثة عشرة

في الأصول التي يعمل عليها

في ممر الكواكب الخمسة في العرض (١)

هذه الكواكب الخمسة كلها (٢) تشترك في أن الفلك الحامل لمركز تدويرها مائل (٣) عن (٤) فلك البروج فإن الرصد يحقق ذلك بالملاحظة لكن ميلها ليس عن (٥) مركز نفسه ولا على مركز آخر بل على مركز فلك البروج حتى يكون الخط المتوهم مارا بموضع التقاطع يمر على مركز البروج دون مركز الحامل فيكون قطرا للبروج ووترًا للحامل وتكون زوايا الميل في الجانبين متساوية بحسب مركز البروج لا بحسب مركز الحامل حتى يكون البعد من الجانبين سواء بحسب مركزه (٦) وإنما علم أن الصورة كذلك لأن كل واحد منها إذا بعد مركز فلك تدويره عن النهاية الشمالية ربع دائرة معدلة (٧) وكان بعده في اختلافه ربع دائرة عن أوج التدوير معدلة (٨) رئي (٩) في سطح فلك البروج لأن القطر المار بمركز فلك التدوير إلى الربع المعدل منه في الجانبين يحصل في سطح فلك البروج وهذا أيضا يدل على أن ميل التدوير عن الحامل الذي يسير إليه يكون بحسب القطر المار بالبعدين اللذين بالقياس إلى مركز البروج دون الذي بالقياس إلى مركز (١٠) آخر إذ كان إنما يوا إلى (١١) سطح البروج إذا تحصل في الربع عن الأوج المعدل وهذا الميل

(١) (المقالة الثالثة عشر في الأصول التي يعمل عليها في ممر الكواكب الخمسة في العرض) :

غير موجود في د

(٢) د : غير موجود (٣) د : غير موجود

(٤) د : عند (٥) د : على

(٦) (حتى يكون البعد من الجانبين سواء بحسب مركزه) : غير موجود في د

(٧) [عن النهاية الشمالية ربع دائرة معدلة] : غير موجود في د

(٨) د : مملو معدلة

(٩) د : روى

(١٠) (البروج دون الذي بالقياس إلى مركز) : في هامش ف

(١١) د : توالى

هو أن كل الخمسة تشترك في أن سطح فلك التدوير الذى تحده دائرة من الكبار الواقعة في كرته (١) على أوجهه وحضيضه مائل أيضا عن سطح الفلك الخارج المركز ولو كان منطبقا عليه لكان الكوكب إذا كان في هذا السطح رؤى (٢) دائما في سطح الفلك الخارج المركز وليس كذلك بل قد يكون إذا كان على الحضيض من التدوير كان له عرض وإذا كان على الأوج (٣) كان له عرض آخر وإن كان مركز فلك التدوير على نقطة واحدة مثلا عند الأوج من الحامل أو الحضيض منه أو نقطة أخرى. والنهايات الشمالية للثلاثة العلوية أما لزحل والمشتري ففي أول بروج الميزان وأما (٤) للمريخ (٥) ففي (٦) آخر السرطان فكأنه (٧) مطابق أوجهه. ورصدت الكواكب الثلاثة العلوية فكانت إذا حصلت بالوسط على أوج الحامل المرئى (٨) ترى شمالية فعلم أن (٩) أوجاتها شمالية وأما في أفلاك تداريرها فإنها رثيت (١٠) بالرصد إذا كانت شمالية وكانت على أوج التدوير كانت أقل عرضا وإذا كانت عند الحضيض كانت أكثر عرضا فعلم أن القطر المار بالأوج والحضيض نصفه الأعلى يكون مائلا عن سطح الفلك الحامل إلى الجنوب ونصفه الأسفل إلى الشمال وكانت (١١) في جهة الجنوب على عكس هذا كانت (١٢) ترى عند الحضيض أكثر عرضا إلى الجنوب وعند الأوج أقل عرضا فكان ميل حضيضه أبدا عن سطح الحامل إلى الجهة التى هو فيها من الحامل فإن غاية هذا الاختلاف عند النهايتين الشمالية والجنوبية فإنه إذا كان مركز تدويرها على نهاية شمالية في غاية زيادة عرض الحضيض إلى الشمال (١٣) وغاية ميل الأوج إلى الجنوب ونعكس هذا عند

(١) د : كونه

(٢) د : روى

(٣) (كان له عرض وإذا كان على الأوج) : غير موجود في د

(٤) د : غير موجود

(٥) د : وللمريخ

(٦) د : في

(٧) د : وكأنه

(٨) د : غير موجود

(٩) د : غير موجود

(١٠) د : رويت

(١١) د : فكانت

(١٢) د : وكانت

(١٣) د : الشمالية

النهاية الجنوبية ثم إذا فارقت النهاية رؤى^(١) كل واحد من الأمرين ينتقص ويتراجع^(٢) فيزداد عرض الأوج إلى تلك الجهة وينتقص عرض الحضيض حتى إذا بلغ العقدة يكون قد^(٣) انطبق القطر على سطح فلك البروج فكما يفارق العقدة يظهر العرضان فيأخذ الذي من جانب إلى خ ف ذلك الجانب وكذلك^(٤) حتى يبلغ النهاية الأخرى فيبلغ الأمر غايته ثم يأخذ ينطبق عند العقدة الأخرى عرفت^(٥) هذا بأرصاد متتالية للكوكب وهو على أوج التدوير والآخر وهو^(٦) على حضيض التدوير ومركز التدوير منتقل^(٧) من النهاية إلى العقدة أو من العقدة إلى النهاية وأما القطر المقاطع لهذا القطر على قوائم وهو الذي يحد^(٨) غاية^(٩) التعديل فإنه يكون دائما موازيا لفلك البروج عرف ذلك بأن رصد الكوكب على طرفه الشرقي وعلى طرفه الغربي ومركز التدوير على نقطة واحدة فكان البعد يكون دائما واحدا بعينه فعلم أن هذا القطر يكون دائما موازيا لسطح فلك البروج وأنه^(١٠) دائما^(١١) ينطبق عليه عند العقدة لأن مركز التدوير متى حصل في العقدة رؤى الكوكب في سطح البروج في أى طرفي هذا القطر كان وهذا الانطباق مما يؤدي إليه تلك الموازاة وأما الزهرة وعطارد فرصد من أمرهما أن مركز التدوير إذا حصل على أوج الحامل أو حضيضه وكان الكوكب عند أوج التدوير أو حضيضه لم يكن له ميل سطح الحامل بل رؤى عرضه في الحالين واحدا لأن الميل ميل الحامل فقط أما للزهرة فشمال أبدا وأما لعطارد فجنوبي أبدا وذلك لأمر تعلمه بعد وفي الحالين بمقدار واحد وأما إذا كان مركز التدوير عند العقدتين اختلف عرض الحضيض والأوج جدا فيكون إذن هاهنا^(١٢) ابتداء ميل هذا القطر عند الأوج والحضيض

(٢) ب ، د : فية اجمع - وفي ف : ويراجع

(١) د : رؤى

(٣) د : غير موجود

(٤) د : كذلك

(٥) د : عرف

(٦) د : غير موجود

(٧) د : منتقل

(٨) في هامش ب : تحب لفاية التعديل - وفي د : يجب

(٩) د : لغاية

(١٠) ف : فإنه

(١١) ب ، د : غير موجود

(١٢) (إذن هاهنا) : غير موجود في د

من الحامل وها هنا غايته عند العقدين فإنه رصد الكوكب في الحضيض والأوج ومركز التدوير على العقدة فكان تفاوت ما يوجبه الطرفان في العرض بالغاً غايته حتى إذا فارق العقدة أخذ يتراجع لكن الذي للزهرة من ذلك بخلاف الذي لعطارد فإن الزهرة إذا فارق مركز تدويرها حضيض المائل أخذ يميل حضيض التدوير إلى الشمال وإذا كان الكوكب عليه يرى أميل إلى الشمال من سطح الحامل حتى إذا فارقت (١) العقدة كانت بلغت النهاية في العرض الشمالي ويكون الأوج ميلاً إلى الجنوب بحسب المقابلة وأما في النقطة المقابلة للحضيض فالأمر بالعكس وأما الأمر في عطارد فكل ما في الزهرة بالقياس إلى الحضيض من الخارج فهو لعطارد بالقياس إلى الأوج من الخارج فكل ما (٢) أوجب لأوج التدوير في الزهرة ميلاً إلى الشمال فيوجب لأوج تدوير عطارد ميلاً إلى الجنوب فهذا هو حكم أحد القطرين وهو المار بالأوج والحضيض وأما القطر الآخر وهو المار بالبعد الصباحي والمسائي منها فقد رأى أن الكوكب إذا كان على إحدى نقطتي طرفيه ومركز التدوير على أوج الحامل أو حضيضه يكون ذلك التمر (٣) قد مال عن سطح الحامل ميلاً لا ميل فوقه حتى أنه بعد ذلك يتراجع لكن الأمر في الزهرة وعطارد مختلف أما الزهرة فلائن البعد الصباحي إذا كان التدوير على أوج الحامل يكون قد مال عن سطح الحامل إلى الجنوب أشد ميلاً والبعء المسائي إلى الشمال أشد ميلاً وأما عطارد فيكون الميلان عنه بالضد وإذا كان التدوير على حضيض الحامل كان الصباحي من الزهرة أشد ميلاً إلى الشمال والمسائي إلى الجنوب وفي عطارد بالضد وقد علم جميع هذا بأن رصد الكوكب مراراً متوالية على أطراف هذه الأقطار ومركز التدوير في المواضع المذكورة فظهرت هذه الأحوال وكان (٤) كل (٥) واحد من هذين الميلى (٦) إذا بلغ الغاية عند أوج الحامل أو حضيضه (٧) أخذ يتراجع فيقرب الطرف المتباعد (٨) من القطر ويبعد المتقارب حتى يحصل في سطح المائل

(١) د وافت

(٢) د وكلمة

(٣) د غير موجود

(٤) د غير موجود

(٥) د وكل

(٦) د المثلثين

(٧) د وحضيضه

(٨) ف هنا خلط في المخطوط فهذا الجزء في غير موضعه

فإذا صار سطح المائل (١) في فلك البروج كان هناك غاية اختلاف طرفي القطر الأول في ميلهما (٢) فإذا (٣) إذا (٤) زال الاختلاف عن طرفي (٥) قطر فانطبق على سطح الحامل يكون قد بلغ (٦) القطر الآخر غاية الاختلاف ثم إذا انطبق هذا يكون (٧) الآخر مال (٨) غاية الميل وبلغ غاية الاختلاف وحركة هذا القطر الثاني عن سطح المائل تسمى التواء وانحرافا وحركة القطر الأول تسمى صعودا وهبوطا والعجب (٩) من (١٠) أن هذه الأرباع التي تختلف بحسبها الميول المذكورة ليست متساوية في التحقيق بل بحسب القياس إلى فلك البروج على ما علمت ومع ذلك فإن النسبة في الميول واحدة لا يختلف فيها إذ كل ميل يبتدىء من مربع (١١) بحسب القياس إلى فلك البروج وينتهي غايته عند ربع ويترجع عند ربع (١٢) ويبلغ غاية التراجع عند ربع ثم قد وجد للزهرة وعطارد شيء غير موجود للكواكب الثلاثة العلوية فإن مركز فلك التدوير للزهرة لم يوجد البتة إلا عند العقدة أو شماليا ومركز فلك التدوير لعطارد لم يوجد البتة إلا عند العقدة أو (١٣) جنوبيا ورصد هذا سهل بمعرفة التعديل وميل الأقطار المذكورة فوجب (١٤) ضرورة أن يكون سطح الفلك الخارج من كل واحد منهما يتحرك من الجنوب إلى الشمال ومن الشمال إلى الجنوب فيأخذ من نهاية ميله الشمالي ويميل إلى الجنوب حتى ينطبق سطحه على سطح فلك البروج ثم يفارقه إلى الجنوب حتى ينتهي ميله ثم يعود فإنه إذا كان منطبقا يكون اتفق أن كان مركز فلك التدوير

(١) (إذا صار سطح المائل) : غير موجود في ف

(٢) د : ميلهما

(٣) د : غير موجود

(٤) د : فإذا

(٥) د : غير موجود

(٦) د : غير موجود

(٧) (هذا يكون) : غير موجود في د

(٨) د : مال الأول

(٩) د : والعجب

(١٠) د : في

(١١) د : ربع

(١٢) (ويترجع عنه ربع) : في هامش ف

(١٣) (شماليا ومركز فلك التدوير لعطارد لم يوجد البتة إلا عند العقدة أو) : في هامش ب

(١٤) د : فواجب

قطع الربع (١) المعدل من الأوج أو الحضيض وانطبق القطر المار بالبعد المسائي والصباحي على سطح فلك البروج وبلغ العقدة مع بلوغ النصف الآخر من الحامل الذي كان في خلاف الجهة التي هما فيها (٢) وانطبقه بفلك (٣) البروج ثم إن مركز فلك التدوير كما يريد أن يعبر (٤) إلى النصف الآخر (٥) الحامل بعد الانطباق يحصل ذلك النصف في هذا الجانب ويعبر (٦) النصف الذي كان عليه فلك التدوير إلى الجانب الآخر فيبقى مركز التدوير دائما في جانب واحد أو (٧) العقدة لكن الأمر في الزهرة بخلاف ما في عطارد فإن فلك التدوير عطارد يكون على النصف الجنوبي حين يأخذ ذلك النصف إلى الشمال فكما ينطبق على سطح البروج يكون بلغ (٨) مركز التدوير العقدة فكما يفارق العقدة يكون (٩) النصف الشمالي خصل جنوبيا فيبقى مركز تدوير عطارد في جانب الجنوب وأما الزهرة فهذا المعنى لها من جهة الشمال وأما قطر التدوير الذي للكواكب الذي يمر بالبعدين المختلفين فإنه إذا انطبق على سطح الحامل ابتدأت تتحرك على دوائر صغار كالموضوعات (١٠) عند أطرافها تكون معادلة لمبلغ (١١) الميل الذي لطرف ذلك القطر في العرض وتكون سطوح تلك (١٢) الدوائر (١٣) قائمة على سطح الحامل الخارج المركز منصفة بها ومركزها (١٤) عليه (١٥) يتحرك (١٦) إلى (١٧) الاستواء وعلى ملازمته (١٨) المسير في الطول (١٩) كأنها

-
- | | |
|---------------------|---------------------|
| (١) د : | ربيع |
| (٣) د : | فلك |
| (٥) د : | للآخر |
| (٧) د : | أو في |
| (٨) د : | يلغ |
| (٩) د : | ويكون |
| (١٠) د : | كالموضوعة |
| (١١) د : | بمبلغ |
| (١٢) ف : | فلك |
| (١٣) د : | غير موجود - وفي ف : |
| (١٤) د : | ومركزه |
| (١٥) د : | عليها |
| (١٦) د : | يتحرك عليها |
| (١٧) د : | على |
| (١٨) د : | ملازمه |
| (١٩) [في الطول] : | في هاشم ف |

نعود معها السطح القاطع لفلك التدوير فيأخذ (١) في ربع منها إلى ناحية الشمال مثلا (٢) ثم في الربع الآخر يأخذ يعود إلى مطابقة سطح الخارج الحامل ثم (٣) في الربع الآخر يأخذ (٤) نحو الجنوب وفي (٥) الربع الرابع يأخذ (٦) إلى المطابقة وأنت تعرف أن هذه المطابقة تختلف في الكواكب فابتدأوها في الثلاثة من (٧) عند العقدة وابتدأوها في الاثنين من (٨) الجانبيين فيقسم أرباعا ربع ناقل إلى الشمال مثلا وربع ناقل عنه إلى المطابقة وربع ناقل عنه (٩) إلى الجنوب وربع ناقل عن الجنوب إلى المطابقة وأما أدوارها بحسب الحركة المستوية فلا يصح أن يكون بالقياس إلى المراكز التي لها بل بالقياس إلى مراكز (١٠) أخرى خارج كما قد كان في الطول ولو استوت حركتها بالقياس إلى مركز هذه الدائرة وذلك لأننا نعلم أن هذا القطر إذا قطع ربعا من هذه الدائرة الصغيرة فقد حصل إما على المطابقة وإما على غاية البعد وقد علم (١١) أن هذه المطابقة وهذه الغاية من البعد يقع ومركز التدوير قطع أرباعا معدلة من فلك البروج وذلك في أزمنة مختلفة فيجب أن يكون قطع القطر أيضا لأرباع الدائرة الصغيرة في أزمنة غير متساوية فإذا لم يكن حركتها بحسب مركز فلك الدائرة بل بحسب مركز آخر قياسه من مركزه قياس مركز المعدل من مركز الخارج الحامل .

| | |
|------------|-----------|
| (١) د | الذى يأخذ |
| (٢) د | في الهامش |
| (٣) د : | غير موجود |
| (٤) د : | ويأخذ |
| (٥) د : | في |
| (٦) د : | فيأخذ |
| (٧) ف : | غير موجود |
| (٨) د : | في |
| (٩) د : | هنا |
| (١٠) د : | المراكز |
| (١١) د : | علمت |

فصل

في معرفة مقادير هذه الميول والانحرافات (١)

وأما مقادير ميل ميل (٢) وانحراف انحراف وهي قسى من دوائر كبار تخرج من قطب دائرة البروج وتقوم على دائرتها (٣) وتمر على دائرتها بالكوكب فيفرز (٤) بين المائل وبين دائرة البروج فإنها في كوكبي الزهرة وعطارد قد يسهل السبيل إلى الوقوف عليها إذ (٥) كان كل ميل من ميولها الثلاثة منفردا (٦) عن الآخر وذلك أن الكوكب إذا كان على القطر المار بالبعدين المتقاطرين ومركز التدوير عند البعدين المختلفين من الخارج الحامل لم يكن له ميل بحسب التدوير بل يكون له ميل الخارج فقط وإذا كان على ذلك القطر وعند العقدة لم يكن له البتة ميل من جهة الخارج بل من جهة التدوير وإذا كان على القطر الآخر ومركز التدوير على الأوج حدث عرض خلاف عرض الحامل ويعرف التفاوت بينه وبينه في الزيادة والنقصان لكن رصد هذين الكوكبين وهما على القطر المار بالبعدين المختلفين بالحقيقة طلبا لأفراد ميل الخارج المركز وحده لما (٧) يتعذر وقوع البصر عليها حينئذ والسبب فيه كونها في طول درجة الشمس وإذا (٨) كان ذلك مما يتعذر فيجب أن يرصد بقرب (٩) ذينك الموضعين وعلى أقرب ما يمكن وبحيث لا يكون (١٠) بينه وبين الذي لا يمكن رصده كثير فرق يعتد به ويظهر للحس ولما رصدا على طرفي هذا (١١) القطر ومركز التدوير على أوج الحامل أو حضيضه فوجدت الزهرة ولها ميل شمالي أبدا قريبا من سدس جزء ووجد عطارد وله ميل في الجنوب أبدا قريبا من نصف وربع جزء فهذا ميل فلكيهما (١٢) الخارجين وأمامسيرهما (١٣)

(١) (فصل في معرفة مقادير هذه الميول والانحرافات) : غير موجود في د

(٢) د : غير موجود

(٣) د : دائرة (٤) د : فتقرب

(٥) د : إذا

(٦) ب : منفرد - وفي د : ينفرد

(٧) د : ما

(٨) د : فإذا

(٩) د : لقرب

(١٠) د : لا يمكن

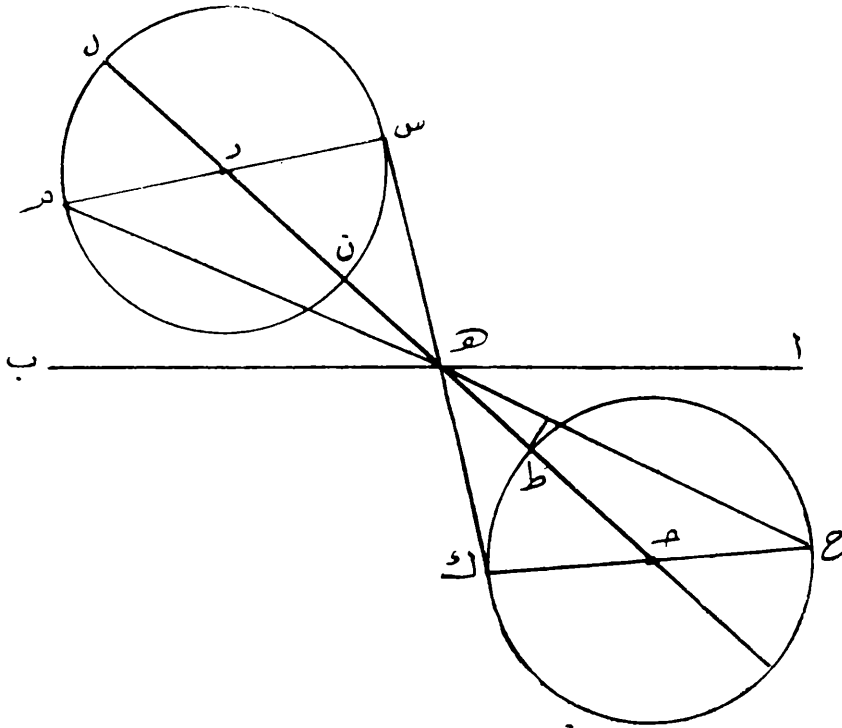
(١١) د : غير موجود

(١٢) د : فلكيهما (١٣) د : مسيرها

في أبعادها العظمى من الشمس فإنهما جميعا يريان في حال كونهما على نهاية (١) الميل إلى الشمال أو إلى الجنوب من البعد الأعظم المقابل لما هما عليه بخمسة أجزاء تقريبا على الأمر الأوسط وذلك لأن الزهرة رصدت على طرف هذا القطر ومركز التدوير في أوج الحامل فكانت المخالفة المذكورة أقل من خمسة أجزاء ورصدت وهي (٢) على الحضيض من الحامل فكانت أكثر من خمسة أجزاء وهذا الاختلاف بسبب القرب والبعد والتفاوت في كليهما بحيث لا يعتد به فأقر الأمر على أن الوسط من الخلاف هو خمسة أجزاء ليكون نصفه وهو بهذا (٣) الميل الوسط جزئين (٤) ونصفا (٥) فإن المرصود غير (٦) الوسط وأما عطارده فقد وقع في رصده أقل وأكثر من خمسة أجزاء بنصف جزء لذلك (٧) السبب إلا أن (٨) الاختلاف (٩) في الزهرة كان (١٠) بما (١١) لا يعتد به لبعدها وفي عطارده بما (١٢) يعتد به لقربه وأما الكواكب الثلاثة الباقية يسهل فيها إدراك ميل بانفراده بالرصد بل يعرف من طريق الهندسة فليتوهم سطح دائرة العرض قد قطع كرة التدوير مارا بمركز فللك التدوير وهو على أوج الحامل مرة وعلى حضيض الحامل مرة (١٣) أخرى فقطع أيضا سطح الحامل فحدث سطح (١٤) مشترك وهو (١٥) خط رجحان دل (١٦) و : ح (١٧)

-
- (١) د : غاية
(٢) د : وهو
(٣) د : هذا
(٤) د : جزءان
(٥) د : ونصف
(٦) د : على
(٧) د : ولذلك
(٨) د : بأن
(٩) د : الخلاف
(١٠) د : غير موجود
(١١) د : لما
(١٢) د : وما
(١٣) (وعلى حضيض الحامل مرة) : غير موجود في د
(١٤) د : فصل
(١٥) د : هو
(١٦) ف : رجحان دل
(١٧) في هامش ب : [و : د حضيضه و : ح أوجه]

حضيضه و : د أوجه وقطع أيضا سطح البروج والفضل المشترك خط أ ب وليكن ه مركز البروج وليكن قطر التدوير على غاية الميل وأوجه المتحرك مرة ك إذا كان على حو مرة س إذا كان على دلأنه إذا دار لا محالة حول ه فصار إلى الجانب الآخر صار ك حيث أعلمنا عليه س وكان (١) المريخ يرصد (٢) وهو على ميل نقطة ك في حال طرف الليل فكان (٣) عرضه (٤) (د ك) في الشمال وأما على



شكل (١٨)

ميل (٥) نقطة س في حال طرف الليل فكان عرضه سبعة أجزاء في الجنوب (٦) فتكون زاوية أ ه ك وزاوية ب ه س معلومتين (٧) ومختلفتي (٨) المقدار إذ ليس

-
- (١) د : فكان
(٢) د : رصد
(٣) د : وكان
(٤) د : غير موجود
(٥) د ، ف : مثل
(٦) ف : الجنوب
(٧) د : معلومتين
(٨) د : ومختلفتي

خطاح ه ، ه م^(١) متصلين على الاستقامة ولا خطاك ه ، ه س فيسهل الآن معرفة زاوية : ا ه ح التي لميل الحامل وقد كان اتضح في باب التعديل للمريخ أن القوس الواحدة من فلك التدوير يرى عند الأوج من الحامل والحضيض من الحامل^(٢) بزائيتين مختلفتين عند البصر نسبتها نسبة خمسة إلى تسعة ولا خلاف بين ما يوجب التعديل طولا وبين ما يوجب ذلك عرضا فيكون نسبة زاوية ح ه ك إلى زاوية د ه س كنسبة خمسة إلى تسعة فزاويتا أ ه ك ، ب ه س معلومتان ونسبتها معلومة و : أ ه ح ، ب ه د^(٣) المتقاطعتان متساويتان ونسبة زاويتي ح ه ك ، د ه س معلومة فإذا كان نسبة الحملتين ومقداريهما^(٤) معلومين^(٥) ونسبة الباقي بعد حذف المتساويين معلومة^(٦) وإن كانا مجهولين قيل سهل حينئذ علم مقدار الباقي وأنت تعلم أن نسبة ح ه ك إلى د ه س^(٧) كانت نسبة معلومة وزاويتا أ ه ك ، ر ه س كانتا^(٨) معلومتين^(٩) وإذا^(١٠) نقصنا^(١١) زاويتي أ ه ح ، ب ه د المعلومتين^(١٢) نسبة المساواة بقيت زاويتا ح ه ك ، د ه س المعلومتين^(١٣) النسبة علم كل واحدة منهما بالمقدار وعلم بعد ذلك ما يبقى^(١٤) على المحيط^(١٥) بمقداره^(*) وكان قبل يحيط بنسبته وما يبقى هو

(١) د ، ف : ح ه ، ه م

(٢) (والحضيض من الحامل) : غير موجود في د

(٣) د : غير واضح

(٤) د : ومقدارهما

(٥) ب ، د : معلومان

(٦) د : معلوم

(٧) ب ، ف : د ه ر

(٨) د : غير موجود

(٩) ب ، د : معلومتان

(١٠) د : فإذا

(١١) د : أنقصنا

(١٢) د : المعلومين

(١٣) د : المعلومى

(١٤) ف : ما تبقى

(١٥) (على المحيط) : غير موجود في د

(*) تعيين ميل الفلك الحامل على سطح البروج :

في شكل (١٦٨) نأخذ سطح دائرة العرض المارة بقطبي البروج وبمركز التدوير في حالتين :

الحالة الأولى : عندما يكون مركز التدوير عند نقطة د أوج الحامل

الحالة الثانية : عندما يكون مركز التدوير عند نقطة ح حضيض الحامل

ولنفرض أن سطح دائرة العرض يقطع سطح الحامل في الخط ر ح دل حيث ه مركز البروج ،

كل واحدة من زاويتي (١) ح ه ك ، د ه س اللتين (٢) تخصصان الميل الذي للتدوير عن الحمل فتكون زاوية ج ه ك ثلاثة أجزاء وثلاثا (٣) و : د ه س (٤) ستة أجزاء وتكون زاوية أ ه ح وزاوية ر ه د (٥) كل واحدة (٦) منها جزءا واحدا ويلزم من (٧) ذلك أن قوس ط ك وهو قوس وتر (٨) زاوية الميل من

كما يقطع - طح البروج في الخط ا ب (لاحظ هنا أن سطح الحمل مائل على سطح البروج وأن فلك التدوير يتحرك على الحمل) .

ولنفرض أنه عندما كان التدوير عند نقطة د كان الأوج المتحرك نقطة س : وعندما كان التدوير عند نقطة ح كان الأوج المتحرك عند نقطة ك . أي أننا نعرف زاويتي ا ه ك ، ب ه س (لاحظ أنها مختلفتا المقدار حيث أن ه ك ليس على استقامة ه س) .

∴ يصبح من السهل معرفة زاوية ا ه ح وهي مقدار ميل الحمل على البروج وهي تساوى أيضا زاوية ب ه د
البرهان :

من معرفة النسبة بين البعدين ه د ، ه ح نعرف النسبة بين الزاويتين ح ه ك ، د ه س لأن

$$\frac{\text{ح ا ح ه ك}}{\text{ح ا د ه س}} = \frac{\text{نصف قطر التدوير}}{\text{نصف قطر التدوير}} \div \frac{\text{د ه د}}{\text{د ه ح}} = \frac{\text{د ه د}}{\text{د ه ح}}$$

نفرض نسبة الزاويتين $\frac{\text{ح ه ك}}{\text{د ه س}} = \text{ل}$

ونحن نعلم قيمة الزاويتين ا ه ك ، ب ه س

فنفرض ا ه ك = م ، ب ه س = ن

∴ ا ه ح = ح ه ك + م ، ب ه د = د ه س + ن أي ا ه ح + د ه س = ن + م

∴ ا ه ح + ل × د ه س = م ، ا ه ح + د ه س = ن

ونحذف د ه س بضرب المعادلة الثانية في ل وطرحها من الأولى

∴ ا ه ح - ل × ا ه ح = م - ل ن

∴ ا ه ح = $\frac{\text{م} - \text{ل ن}}{\text{ل} - 1}$

أي أنه يمكننا معرفة قيمة الزاوية ا ه ح وكذلك زاويتي ح ه ك ، د ه س

(١) ب : غير موجود

(٢) ب ، د : اللتان

(٣) ب ، د : وثلاث

(٤) ف : [و : ح ه س]

(٥) د : ب ه د

(٧) د : غير موجود

(٨) ب : يوتر - وفي د : تدوير

التدوير جزءان (١) ورابع جزء أما في زحل والمشتري فلم تكن الزاويتان المرصودتان مختلفتين (٢) بما يعتد به في أوج الحامل وحضيضه بل يكون الاختلاف المحسوس حيث تعدى (٣) التدوير فإن العرض الذي يكون في المسيرات المضافة للظهور والاستتار يكون (٤) عندما يكون الكوكب في قرب الأوج من التدوير أما في زحل فجزئين (٥) بالتقريب وأما في المشتري فجزءا (٦) واحدا وأما في أحوال طرف (٧) الليل عندما يكون الكوكب في قرب الحضيض فلزحل إلى ثلاثة أجزاء والمشتري إلى جزئين ونسبة ما يوتره قوسان متساويتان إحداهما متصل بأوج التدوير والأخرى يتصل بحضيض التدوير ومركز التدوير عند الأوج معلومة وهي (٨) إما لزحل فنسبة ١٨ (٩) إلى ٢٣ (١٠) وإما للمشتري فنسبة ٢٩ (١١) إلى ٤٣ (١٢) وإذا عرف ذلك فقد عرف نسبة زاوية ر ه ح (١٣) إلى زاوية ر ه ك وجملة زاوية ب ه ك معلومة إذ كانت توتر فضل ما بين المسيرين (١٤) في العرض اللذين (١٥) أحدهما عند الحضيض من التدوير والآخر عند الأوج وزاوية ا ه ح (١٦) هي التي كانت عند الحضيض (١٧) هي (١٨) بمقدار (١٩) العرض الحضيضي فتكون ك ه ح فضل العرض الأوجي على

(١) ب ، د : جزئين

(٢) ب : مختلفتان - وفي د : مختلفتان

(٣) د : بعدى (٤) د : غير موجود

(٥) د : فجزءان

(٦) ب : جزء

(٧) د : طرق

(٨) د : وتلك

(٩) د : يح - وفي ف : ١٩

(١٠) د : كد

(١١) د : ك ط

(١٢) د : محـ

(١٣) د : ر ه ح

(١٤) د : المشتري

(١٥) ب ، د : الذي - وفي ف : اللذين

(١٦) د : ا ح

(١٧) في هامش ب : [عند الأوج هو مقدار العرض الأوجي وزاوية ا ه ك عند الحضيض]

(١٨) د : هو

(١٩) د : مقدار

الحضيضى (١) إذا كانت زاوية ا ه ح لرصد الكوكب عند الحضيض معلومة (٢) وفضل (٣) عرض الأوج عليها معلوما صارت زاوية ح ه ك (٤) بأسرها معلومة (٥) فيعلم من قسمة زاويتي (٦) ح ه ك على النسبتين علم أن مقدار زاوية ر ه ح (٧) كم هي فيخرج في زحل (كو) دقيقة (٨) وفي المشتري (كد) دقيقة (٩) وتبقى زاوية ا ه ح الباقية وهي زاوية ميل (١٠) الحامل معلومة (١١) والمبلغ ما يبقى بعد حذف المعلومين فمن هذه الوجوه علمنا مقادير الميول الكلية فأما المقادير الجزئية فقد علمت من وجه نذكره .

فصل

في صفة عمل جداول للممرات الجزئية في العرض (١٢)

ثم اتخذ لها جداول أودعت عروض الخمسة المتجيرة في كل جدول منها من السطور مثل ما في جداول الاختلاف وصفوفها (١٣) خمسة فالصفان (١٤) الأولان للأعداد على ما علمت وأما الصفوف الثلاثة بعدها فما كان للزهرة وعطارد ففيها (١٥) العروض عن فلك البروج التي يوجبها جزء جزء من فلك التدوير في الميول العظمى أنفسها على أن الكوكبين يقرب العقدين حيث فيه ميل واحد وأما للثلاثة الأخر فكذلك

(١) (فتكون ك ه ح هي فضل العرض الأوجى على الحضيضى) : في هامش ب

(٢) د : معلوم

(٣) في هامش ب : (وفضلها على عرض الأوج معلوم)

(٤) ف : ح ه ك

(٥) د : معلوما

(٦) د : زاوية

(٧) د : ر ه ح

(٨) د : (ه كو) بدلا من [(كو) دقيقة]

(٩) د : (ه كد) بدلا من [(كد) دقيقة]

(١٠) د : مثل

(١١) (ميل الحامل معلومة) : مكرر في د

(١٢) فصل في صفة عمل جداول للممرات الجزئية في العرض (: غير موجود في د

(١٣) د : وصفوف

(١٤) د : غير موجود

(١٥) د : ففيها

وهي بقرب النهايات الشمالية مع ما فيه من ميل الحامل إذا وجب زيادته والصفوف الروابع في الثلاثة العلوية لنظائر (١) تلك الأبعاد من النهايات الجنوبية مع (٢) ما فيه من ميل الحامل إذا وجب زيادته ووجه حساب ذلك أما في عطارد والزهرة فعلى قانون هذا الشكل ليكن أ ب ج الفضل المشترك بين سطح البروج و سطح العرض القائم عليه وليكن نقطة ب مركز التدوير هناك وخط ه ب د (٣) الفضل المشترك بين سطح العرض (٤) و سطح التدوير المفرز (٥) لمدار (٦) الكوكب عليه (٧) و : ه الحضيض و : د الأوج ويكون عليه دائرة ر د ج ه تلك الدائرة في كرة (٨) التدوير ولا يجوز على نقطة ج وإن كان في السطح رثي (٩) مجتازاً عليه بل يكون ج في الجانب الآخر من السطح الذي لدائرة التدوير وليكن ه ط (مه) (١٠) جزءاً من ه الحضيض والكوكب على ط وليكن رب ح هو القطر المقاطع للقطر الأول هو (١١) على قوائم فيكون منطبقاً على سطح البروج وليكن ط ك (١٢) عموداً على ه د في سطح هذه الدائرة موازياً لخط ب ح القائم عليه فيكون موازياً لسطح فلك البروج لا محالة ولنصل ط ب وليكن مطلوبنا زاوية ا ب ط لنعلمها من علمنا بزاوية ا ب ه المفروضة معلومة ومن خطى ا ب ، ب ه المعلومى (١٣) النسبة (١٤) فيخرج من نقطة ط عموداً على خط ه ب ودونخرج من ك وهي في سطح دائرة العرض وعلى الفضل المشترك بين تلك الدائرة وفلك التدوير عموداً ك ل على ا ب ج الذي هو الفضل

(١) د : نظائر

(٢) د : معاً

(٣) ف : ب ه د

(٤) د : للعرض

(٥) د : المتقرر

(٦) د : بمدار

(٧) د : غير موجود

(٨) ف : فلك

(٩) د : يرى

(١٠) د : خمسة وأربعين

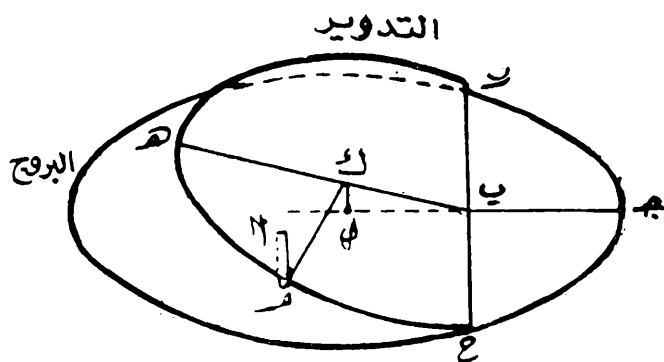
(١١) ب ، د : غير موجود

(١٢) ب : ا ك - وفي د ، ف : ك ل

(١٣) د : المعلومين

(١٤) د : من النسبة

المشترك بين سطح (١) العرض والبروج فيكون عمودا على سطح البروج ويخرج من ط على سطح البروج (٢) عمود ط م حتى لا يكون لخط (٣) د م ا (٤) في دائرة



شکل (۱۶۹)

التنوير ميل (٥) ما نراه بل في سطح البروج ونصل م ل ، ا م ، ا ط (٦) فيعلم مثلث ط ب ك من معرفتك خط ط ب وزاويتي ك القائمة و : ب المعلومه بسبب قوس ه ط ويظهر لك أن (٧) ساقى (٨) ط ك ، ك ب متساويان (٩) لأن زاوية ب توتر نصف ربع الدائرة فهي نصف قائمه ويعلم مثلث ب ك ل (١٠) من معرفتك خط ب ك وزاويتي ل ، ب فإن زاوية ا ه ب فرضت معلومة وهى (١١) ميل (١٢) الحضيض فعرف (١٣) ب ل فعرف (١٤) ا ل الباقي من ا ل ب (١٥) المعلوم

- (۱) د : سطحی
(۲) [ويخرج من ط على سطح البروج] : غير موجود في د
(۳) د : نقطة
(۴) د : م د ا - وفی ف : [ه ط د م ا] بدلا من (لخط د م ا)
(۵) د ، ف : مثل
(۶) د : م ل ، ا م ، ن ط
(۷) د : أو
(۸) د : غير واضح
(۹) د : متساويتان
(۱۰) د ، ب ، ف : ر ك ل ص
(۱۱) د : وذلك
(۱۲) د : مثل
(۱۳) د : فيعرف
(۱۴) د : ويعرف
(۱۵) د : ا ب د - وفی ف : ا ب

بـ تقدير ب ط الذى هو نصف قطر التدوير وقد علم به غيره فلأن التدوير وقد علم به غيره (١) فلأن (٢) ل م مواز (٣) ل : ط ك وهما عمودان على سطح واحد فهو معلوم فمثلث ا ل م معلوم وزاوية م ا ل التى للطول معلومة ولأن (٤) ط م عمود على سطح البروج فزاوية ا م ط قائمة و : وأم معلوم و : ط م المساوى ل : كل معلوم فزاوية م ا ط معلومة وهى للعرض (*) وقد خرجت بالحساب للزهرة

(١) (فلأن التدوير وقد علم به غيره) : غير موجود فى د ، ف

(٢) د : ولأن

(٣) د : موازى

(٤) ف : لأن

(*) تعيين عرض عطارذ والزهرة :

فى شكل (١٦٩) نفرض أن سطح دائرة العرض يقطع سطح البروج فى الخط ا ب ح حيث نقطة ح مركز التدوير ، ولتكن نقطة ه الحضيض ، ونقطة د الأوج ، ولنفرض أن الكوكب كان عند نقطة ط حيث زاوية ه ب ط معلومة .

نرسم القطر ر ب ح عموديا على القطر ه ب د فيكون هو تقاطع سطح البروج والتدوير ونسقط العمود ط ك على ه د ، ومن نقطة ك نسقط العمود ك ل على ا ب ح ، كما نسقط من نقطة ط العمود ط م على سطح البروج

والمطلوب تعيين زاوية ط ا م وهى عرض الكوكب

فى المثلث ط ب ك :

زاوية ك قائمة ، زاوية ب معلومة ، وضلع ب ط معلوم

∴ يمكن أن نعرف الضلعان ط ك ، ك ب

وفى المثلث ب ك ل :

زاوية ل قائمة ، زاوية ب معلومة = ميل التدوير على البروج ، الضلع ك ب معلوم

∴ نستنتج من ذلك الضلع ب ل

∴ ا ل = ا ب - ب ل يصير معلوماً

لكن فى الشكل ط م ل ك :

ط م يوازى ك ل ، ط ك يوازى م ل

∴ الشكل متوازى أضلاع أى أن :

ل م = ط ك ، ل م عمودى على ا ب ، ط م = ك ل

وفى المثلث ل ا م :

زاوية ل قائمة ، والضلعان ا ل ، ل م معلومان

من ذلك نعرف قيمة ا م

وفى المثلث ط ا م :

زاوية م قائمة ، والضلعان ط م ، ا م معلومان

يستج من ذلك زاوية ط ا م المطلوبة

(امح) (١) ثم أراد أن يمتحن فعرف (٢) التفاوت الذى يقع للتعديل فى الطول بسبب كون الكوكب فى غاية عرض التدوير (٣) وبين كونه فى سطح البروج على ما جرى (٤) عليه الحساب قبل فعرض (٥) دائرة التدوير كأنها فى سطح البروج حتى تكون زاوية ك ا ط (٦) هى زاوية التعديل فى الطول فى (٧) هذا (٨) الشكل بأن جعل نسب ب ك (٩) إلى ك ط ، ط ا (١٠) تلك النسب وجعل ط ا يقوى عليها فاستخرج زاوية ط ا ل ثم استخرج لذلك (١١) زاوية م ا ل فخرج فى الزهرة أعظم (١٢) من زاوية م ا ل بدقيقتين وفى عطارد أصغر منها (١٣) بدقيقة واحدة (١٤) والوجه فى ذلك أن يطلب (١٥) الزوايا والمقادير فى الخطوط على ما كان يوجبه التعديلات الماضية والسطحان منطبقان ثم يخرج التفاوت رأما حيث يجتمع (١٦) الميلان ويكون الكوكب زحل والمشتري فليكن ا ج هو الفضل المشترك بين سطح العرض وسطح الحامل وعلى ج دائرة التدوير وبهذا يخالف (١٧) هذا (١٨) الشكل نظيره المتقدم إذ التدوير هناك على نقطة ب من فلك البروج لا نقطة ج من الخارج المركز وليخرج عمود ط ك على ه ج وعلى فلك البروج عمودى ط ل ،

-
- (١) د : يامح
(٢) د : فيعرف
(٣) د : من التدوير
(٤) د : أجرى
(٥) د : فقرض
(٦) د : ط ا ل
(٧) د : غير موجود
(٨) د : فهذا
(٩) ف : ر ك
(١٠) د : ط ك ، ك ا - وف : ك ط ، ب ا
(١١) د : كذلك
(١٢) د : واعظم
(١٣) د : منه
(١٤) د : غير موجود
(١٥) د : نطلب
(١٦) د : مجتمع
(١٧) د : الخالف
(١٨) د : غير موجود

ك ب (١) ومن ك عمود ك م (٢) على ا ج و يوصل السطح العرضى (٣) الى ب ونصل ب ل فيكون ك م ب (٤) كخط مستقيم لما (٥) يظهر من قصر ك م وقرب ك ا ، م ا من المساواة ولا (٦) تنحرف نقطة م انحرافا يوقع بين (٧) ك ، ب (٨) زوالا كبيرا (٩) عن النفاد على قرب (١٠) استقبال طرفى ك ب (١١) إلا أن يطول ك م طولاً يكثر (١٢) معه الزوال ولو كان خط ك م قد طال وزال عن سمت الاستقامة بما يعتد به لكان خط ك ب المستقيم قد يعلم مبلغه بالهندسة من معرفة خطى ك م ، م ب اللذين سيعلمان (١٣) بأنفسهما بمعرفة (١٤) زاوية ك م ب التى هى مجموع زاويتين سيعلمان بأنفسهما بسرعة لو كان هذا المجموع يحس (١٥) زاوية وهذا (١٦) العمل واجب بحيث يخرج الحساب معلوما محسوسا فيحتاج أن لا يقتصر فى معرفة ك ب المستقيم على أن يقال هو مجموع ك م ، م ب المعلومين بل يعلم منهما على أنها معلومان يحيطان بزاوية معلومة يوترها (١٧) ك ب المستقيم لا على أنها جزآه كيف (١٨) كان فإن ك ب يكون عمودا على ب ل وعلى ط ك لأن السطح الذى نفذ (١٩) فيه

(١) د : ط ل يجب ك ب

(٢) د : ك ب

(٣) د : العرض

(٤) د : ك ي ب - وفى ف : ك م ن

(٥) ف : لا

(٦) د : فلا

(٧) فى هامش ب : [بين ك ب وبين ك م زوالا]

(٨) د : [ك وبين ك م] بدلا من [ك ، ب]

(٩) د : كثيرا

(١٠) د : تقريبا

(١١) د : ك ر ب

(١٢) د : يكون

(١٣) د : ستعلمان

(١٤) د : معرفة

(١٥) د : عشر - وفى ب : غير واضح

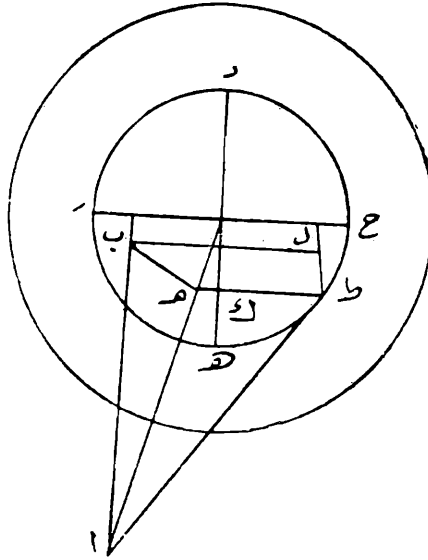
(١٦) د : ولهذا

(١٧) د : ويوترها

(١٨) د : ثم كيف

(١٩) د : نفذ

ك ط قائم على سطح البروج و سطح التلوير فيكون ك ب عمودا على خط يتصل به
 في السطحين ويكون ب ل ط ك متوازي الأضلاع قائم الزوايا ويعلم ك ح (١) كما
 علمت ط ك ومثلث ك ح م من زاوية ح التي لعرض التلوير وزاوية م القائمة وضلع
 ك ح فيصير ك ح م (٢) معلوما وخرج ك م ٢٢ (٣) دقيقة (٤) وجميع ا ح



شكل (١٧٠)

وهو البعد من رأس الميزان معلوم فبقي (٥) ا م معلوما ويصير ا ك معلوما فيكون
 لا محالة قريبا من ا م (٦) في زحل والمشتري لا يفضل عليه بشيء يعتد به فيعلم مثلث
 ك م ا وزاوية ك ا م معلومة وزاوية (٧) ب ا ح (٨) قد علمت وزاوية م
 قائمة وخط ا م (٩) معلوم فيعلم خط ا ب فيكون جميع زاوية ب ا ك معلومة

(١) د : ك ح

(٢) ب : غير واضح - وفي د : (ك ح) بدلا من (ك ح م ، م ح)

(٣) في هامش ب : كما لأن جميع

(٤) د : (هـ كا) بدلا من (٢٢ دقيقة)

(٥) د : فيبقى

(٦) د : ا م ر

(٧) في هامش ب : ب ك ر

(٨) ب : غير واضح

(٩) ب : غير واضح

ومثلث ب ا ك معلوم (١) وخط ب ل أعنى ط ك معلوم وخط ا ل (٢) معلوم
وزاوية ل قائمة لأن ل ب (٣) عمود على كل (٤) خط (٥) في سطح البروج
فمثلث ا ب ل معلوم الزوايا والأضلاع فزاوية ب ا ل التي للطول معلومة وإنما
كانت زاوية ب ا ل (٦) للطول لأن ب ا ط التي للطول معلومة (٧) وإنما كانت
زاوية ب ا ل (٨) للطول لأن ب هو درجة طول الكوكب الوسط و : ا د درجة
تقويمه ولأن خط ا ل (٩) معلوم وخط ط ل (١٠) أعنى ك ب معلوم و : ل
قائمة فزاوية ط ا ل (١١) التي للعرض (١٢) معاومة وقد خرجت (١٣) بالحساب (١٤)
للمشتري (ا ب) وبين أيضا التفاوت في الطول الذي يوجبه (١٥) العرض كما
يبين (١٦) في عطارد والزهرة فخرج للمشتري قريبا من دقيقة ولم يظهر في المريخ
اختلاف (١٧) يعتمد به فبهذه (١٨) الأشكال عرف مقادير الميول الجزئية بحسب
مقتضى (١٩) الصفوف الثلاثة (٢٠) وأما الصفوف الرابعة وهي التي وضعت
للانحراف في الكوكبين عند كون المركز من التدوير على أوج الحامل أو حضيفه

-
- (١) د : غير موجود
(٢) بين السطرين في ب : ا ر - وفي د : ا ب
(٣) د : ب
(٤) د : ك ل
(٥) د : و خط
(٦) ف : ا ب ل
(٧) [وإنما كانت زاوية ب ا ل للطول لأن ب ا ط التي للطول معلومة] د غير موجود في د
(٨) د : ا ب ل
(٩) د : ا ن
(١٠) د : ط ا ن
(١١) د : ط ا ن
(١٢) د : للقوس
(١٣) د : خرج
(١٤) د : غير موجود
(١٥) د : يوجب
(١٦) د : بين
(١٧) د : اختلافا
(١٨) د ، ف : فهذه
(١٩) د : غير واضح
(٢٠) ب : الثلاثة - وبين السطرين [الثالثة]

على أن توجد هذه الانحرافات غير مخلوطة بميل الخارج لثلاث تكثر (١) الجداول بذلك ويصعب الحساب وخصوصا في اعتبار المسيرات (٢) الصباحية والمسائية التي كانت تختلف ولا تتساوى ولأن ميل الحامل يختلف (٣) ولا يثبت فلنصنع أن مركز التدوير (٤) على البروج وليكن منحرفا وليكن الفضل المشترك بين سطحى البروج والتدوير هو خط ا ب (٥) و : ا مركز (٦) البروج و : ب مركز التدوير الذى قطره ج ح (٧) وليكن منحرفا بحيث تكون الأعمدة الواقعة على نقط تفرض في خط (٨) ج ح على كل نقطة (٩) عمودان (١٠) في (١١) سطحى البروج والتدوير تحدث زوايا متساوية عند نقط بأعيانها و : ا ه مماس و : ا ر د كيف اتفق وعلى ج ح (١٢) من نقط ر ، ه ، د أعمدة ر ل ، ه ك ، د ط (١٣) وعلى فلك البروج منها أعمدة ر س ، و ن ، د م (١٤) ونصل ط م ، ك ن ، ل س ، ا س ، ا ن ، ا س م (١٥) ويكون ا س م خطا مستقيما لأنه (١٦) على (١٧) نقط ثلاث تقاطع في سطحين أحدهما سطح البروج والثانى السطح الذى يمر على نقط ا ، ر ، د وتقاطع البروج على قائمة فإذا ن عمودا (١٨) د م ، ر س في ذلك السطح ولا شك

-
- (١) د : يتكرر
(٢) د : مختلف
(٣) د : غير موجود
(٤) ب ، د : ا ب المشترك بين سطحى البروج والتدوير .
(٥) د : [و : ا و ك ذ] بدلا من [و : ا م ك ز]
(٦) د : د ح
(٧) د : غير موجود
(٨) (على كل نقطة) : غير موجود في د
(٩) د : عمودا
(١٠) د : وفي
(١١) د : غير موجود
(١٢) د : ر ل ، ه ك - وفي ف : ر ل ، ه ك ، ح ط
(١٣) د : ر س ، ه ن - وفي ف : ر س ، ه ن ، د م
(١٤) د : ط م ، ك ن ، ا س ، ا ن ، م س - وفي ف : ط م ، ك ن ، ل س ، ا س ، ا ن ، م س
(١٥) د : لأنها
(١٦) د : غير موجود .
(١٧) ب ، د : عمودى

أن نقطة ب في ذلك (١) السطح ومعلوم أن زاوية العرض لهذه النقطة هي زوايا (٢) رام ، ه ا ن ، ر ا س (٣) وزاوية الطول هي زوايا (٤) ط ا م ، ك ا ن ، ر ا ل (٥) فنقول إن زاوية ه ا ن أعظم الزوايا العرضية فلأن زاوية ه ا ك أعظم من سائر الزوايا التي تقع عند ا وخط ك ه (٦) أطول من خط د ط وأما خط ا ه فأقصر من ا ح (٧) فيجب (٨) أن تكون نسبة خط ك ه إلى ه ا أعظم من نسبة ط د ، د ا (٩) بل نسبة ل ر ، ر ا (١٠) الشبيهة (١١) بنسبة ط د ، د ا (١٢) لكن نسبة ك ه إلى ه ر (١٣) كنسبة ط د إلى (١٤) د م (١٥) وأيضا نسبة ل ر ، رس كنسبة ط د (١٦) د م لأن المثلثات متشابهات لأنها قائمة الزوايا (١٧) التي (١٨) على البروج وعلى كل خط يخرج في سطحه مثل خطوط ط م ، ك ن ، ل س (١٩) ولأن خطوط د ، د ط ، س ر ، ر ل (٢٠) كل يوازي نظيره من ه ، ه ك (٢١) لأنها كلها أعمدة أما د م ، ه ن : من المتناظرات فعلى سطح البروج وأما د ط ،

(١) د : ذ و لك

(٢) د : زاوية

(٣) ف : دام ، ه ا ن ، ر ا س

(٤) د : زاوية

(٥) ف : ط ا م ، ك ا ر ، د ا ر

(٦) د : ط ه

(٧) د : ا د

(٨) د : يجب

(٩) د : ط د ، د م

(١٠) د : ا ب ، ز ا

(١١) ف : الشبيه

(١٢) د : [ط د] بدلا من [ط د ، د ا]

(١٣) ف : ه د

(١٤) د : غير موجود

(١٥) ب : غير واضح .

(١٦) [كنسبة ط د] : في هامش ب ، وغير موجود في ف

(١٧) (لأن المثلثات متشابهات لأنها قائمة الزوايا) : غير موجود في د

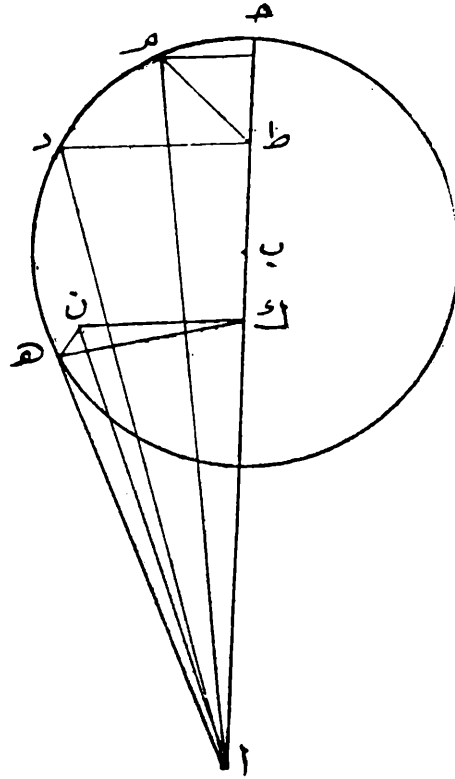
(١٨) د : وأيضا التي

(١٩) د : م ط ، ب ك ، ب س - وفي ف : ط م ، ب ك ، ل س

(٢٠) د : ب د ، ط س ، ب ط ، ر ل .

(٢١) د : ر ه ، ه ل

هـ ك ، رل المتناظرات (١) فعلى خط ج ح (٢) فإذا كانت نسبة ن هـ ، هـ ك (٣) مثل نسبة م د ، د ط (٤) ونسبة (٥) ك هـ ، هـ أ أعظم من نسبة م د ، د ا (٦) كانت (٧) لا محالة نسبة ن هـ ، هـ أ أعظم من نسبة م د ، د ا (٨) ومن نسبة م س ، ر ر ا (٩) وزوايا م ، ن ، س قوائم يبقى زاوية هـ ا ر أعظم من كل واحدة من زاويتي رأس ، د ا م (١٠) وكذلك من (١١) جميع الزوايا الواقعة على هذه الصفة ومعلوم



شكل (١٧١)

(١) (فعل سطح البروج وأما د ط ، هـ ك ، رل المتناظرات) : في هامش ف .

(٢) د : م ح (٣) د : ب هـ ، هـ ك

(٤) د : م د ، ب ط - وفي ف : م د ، ح ط

(٥) في هامش ب : سيد ل د ونسبة

(٦) ب : غير واضح وفي الهامش [ومن نسبة ل ر ، ر ا]

(٧) د : كان

(٨) (كانت لا محالة نسبة ن هـ ، هـ أ أعظم من نسبة م د ، د ا) : غير موجود في ف

(٩) د : ا ر ، ر ا

(١٠) د : ر ا ي ، د ا م

(١١) د : عن

أيضا أن الزيادات (١) والنقصانات الواقعة (٢) في الطول تسبب (٣) الانحراف أكثرها ما كان عنده ثم ما يليه لأن تلك الزيادات والنقصانات تشتمل عليها الزوايا التي توتر التفاضل بين خطوط ط د ، ك ه ، ل ر (٤) وبين خطوط ل س ، ك ن ، ط م التي للطول ولما كانت نسبة ك ه إلى فضله (٥) على ك ن كنسبة ط د إلى فضله على ط م وكنسبة (٦) ل ر (٧) إلى (٨) فضله على ل س وكانت نسبة ك ه إلى ه أ (٩) أعظم فإذا ن نسبة فضل ه ك على ك ن إلى ه أ أعظم من نسبة فضل نظيره (١٠) على نظيره (١١) إلى د ا ، ر ا (١٢) وكذلك في سائر النظائر التي بالقوة وبين أيضا أن نسبة أعظم الزيادة والنقصان في الطول إلى أعظم المسير في العرض كنسبة الزيادات والنقصانات في الطول إلى المسيرات في العرض في النقط الأخرى فإن نسبة ك ه ، ه ر (١٣) كنسبة ل ر ، ر س و : ط د ، د م ونظائرها ثم أراد أن يبين كيفية السبيل إلى استخراج مقدار الزاوية الانحرافية عند مركز التدوير بعد أن يكون عرض الكركب معلوما فليكن أ ب ح د (١٤) كما كان و : ا د المماس و : در (١٥) عمود منه على قطر التدوير و : د ح على البروج ونصل ر ح ، ب د ، ح ا ونريد أن نعلم مقدار زاوية (١٦) درج من علمنا بزاوية (١٧) د ا ح أعني الزاوية العرضية (١٨) وهي معلومة في كل واحد

(١) د : لزيادات

(٢) في هامش ب : على هذه الصفة - وفي د : الواقعة على هذه الصفة .

(٣) ف : غير واضح

(٤) ب : غير واضح - وفي د : ل ر ، ط د ، ك ه ، ر

(٥) د : فضله (٦) د : غير موجود

(٧) د : [و : ل ر]

(٨) ب : حل

(٩) ف : م ا

(١٠) د : نظيره

(١١) د : نظيره .

(١٢) د : د ا ، ل ا

(١٣) د : ك ه ، ه ن

(١٤) ف : ا ب ح

(١٥) د : [و : د ا]

(١٦) (مقدار زاوية) : غير موجود في د

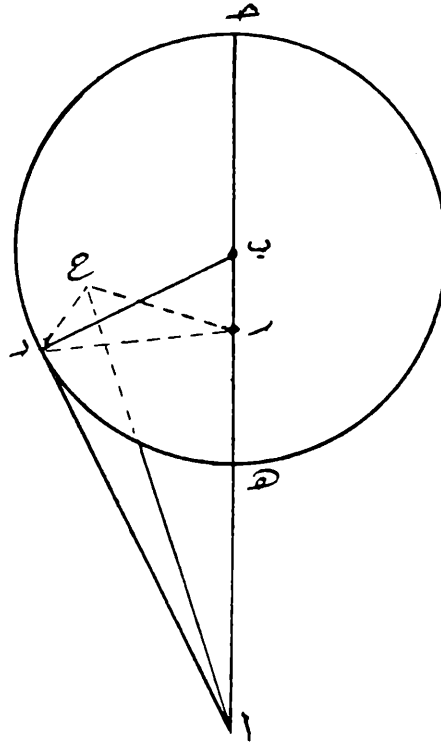
(١٧) د : زاوية

(١٨) د : غير موجود

من انحرافات الزهرة وعطارد بالرصد . قال فلأن نسبة البعد الأقرب والأبعد والأوسط إلى ب د معلوم في الكوكبين والحساب هاهنا (١) على البعد الأوسط (٢) وقد فرضت (٣) زاوية العرض وسطا (٤) بين التي رصدت (٥) في الأوج ورصدت (٦) في الحضيض وعلى قريب من النصف من اب (٧) فيصير خط د ا معلوما لأن اب ، ب د (٨) معلومان ولأن مثلث ب د ا القائم الزاوية وأخرج فيه من عمود على ب أ (٩) فتشابهت (١٠) المثلثات فنسبة ب ل (١١) إلى ا د كنسبة ب د إلى د ر ف : د ر معلوم ولأن زاويتي ا ، ح القائمة و ضلع (١٢) أ د من مثلث ا د ح معلومات (١٣) فهو معلوم ف : د ح معلوم و : د ر معلوم وزاوية ح (١٤) قائمة فزاوية ر د ح معلومة وقد خرجت (١٥) بالحساب (١٦) في الزهرة ثلاثة أجزاء ونصفا (١٧) من أربع قوائم ما يكرن كل قائمة تسعين (١٨) وفي عطارد سبعة أجزاء ولأن (١٩) د ح (٢٠) عمود على سطح البروج فهو عمود على أ ح و : ا د ، د ح معلومان ف : أ ح معلوم

-
- (١) ف : منها
(٢) (إلى ب د معلوم في الكوكبين والحساب منها على البعد الأوسط) : في هامش ف
(٣) د : فرض
(٤) د : وسطى
(٥) د : رصد
(٦) د : رصد
(٧) (من اب) : غير موجود ، د
(٨) د : اب ، ي
(٩) د : ا
(١٠) د : فتشابهت
(١١) ب : غير واضح - وفي د : ب ا
(١٢) ف : وطلع
(١٣) د : معلوم
(١٤) ب : ح
(١٥) د : خرج
(١٦) د : غير موجود
(١٧) د : ونصف .
(١٨) د : تسمون
(١٩) ف : فلأن
(٢٠) د : د -

فيعلم أيضا مثلث ر أ ح وزاوية ر أ ح (١) (مه نح) (٢) من أربع قوائم في الزهرة
رفى عطار د (ك مط) (٣) من أربع قوائم وكذلك مثلث ر أ د وزاوية (٤)



شكل (١٧٢)

ر أ د (مه نط) (٥) من أربع قوائم للزهرة وفي عطار د (ك نه) (٦) إلا أن (٧)
زاوية ر أ ح زاوية الطول عند الانحراف و : ر أ د زاوية الطول لو لم يكن
انحراف فالتفاضل معلوم ووجد في الزهرة دقيقة واحدة وفي عطار د ست دقائق ولما
نظر في مثل هذا الشكل بعينه ووضع مقدار الانحراف على ما وجد فرجع بالعكس

(١) د : غير موجود

(٢) د ، ف : مد مح

(٣) د : ر ك م ط - وفي ف : ك م ط

(٤) ف : ومثلث

(٥) د ، ف : مه يط

(٦) د ، ف : ك يه

(٧) د : [لأن] بدلا من [إلا أن]

فوجد الزوايا التي عند البصر موافقة لما رصد في كوكبي الزهرة (١) وعطارد وعند أوج الخارج وحضيضه وأما كيف يعلم ذلك فإنه لما كانت (٢) نسبة ا ب ، ب د معلومة ف : أ د معلوم لكن نسبة ب أ ، أ د كنسبة ب د ، د ف : در معلوم ولأن زاوية الانحراف معلومة وضعت و : ح قائمة و : را معلوم فمثلث أ ر ح معلوم ولأن زاوية ح قائمة وزاوية د معلومة و : د ح (٣) معلوم (٤) فمثلث د ر ح معلوم ويعلم عن قريب مثلث ح ا د (٥) القائم الزاوية ح ويعلم (٦) زاوية د ا ح العرضية وخرج في الكوكبين وفي البعدين المتقابلين فوجد أقل عن (٧) الحضيض وأكثر عند الأوج عما وجد بالوسط بالرصد (٨) بما لا يحس في الزهرة وفي عطارد ووجد في البعد الأصغر أزيد من الوسط بست عشرة (٩) دقيقة وفي الأعظم أنقص منه بثلاث عشرة دقيقة فوضع التفاوت بالتقريب بربع درجة وقد (١٠) تبين أن نسبة عدد التعاديل العظمى في العرض إلى المسيرات العظمى في العرض كنسبة التعاديل الجزئية في الطول وسائر أقسام التلووير إلى المسيرات الجزئية في العرض فأثبت من ذلك بسهولة ما يحتاج إليه في الصفوف الرابعة التي للزهرة (١١) وعطارد في مسير العرض الانحرافي لكنها إنما تثبت فيها ما يجب من قبل الانحراف الذي بحسب الوسط وأما (١٢) الفضل الذي يكون من قبل فلكيهما (١٣) الخارجى (١٤) المركز وأيضا من قبل التفاوت الذي يكون عند البعدين المتقاطرين لعطارد الذي ذكرناه فإن ذلك يمكن أن يصحح باعتبار التعديل المأخوذ

(١) د : زهرة

(٢) د : كان

(٣) ف : [و : د]

(٤) د : [و : د معلوم و : د معلوم] بدلا من [وزاوية د ح معلومة و : د ح معلوم]

(٥) د : ح ا د

(٦) د : فيعلم

(٧) د : عند

(٨) د : غير موجود

(٩) د : غير موجود

(١٠) د : فقد

(١١) د : للزهرة

(١٢) د : فأما

(١٣) د : فلكيهما

(١٤) ب : الخارج

من التفاوت فإنه إذا عرف أعظم التعديل في الطول لكوكب عطارد والزهرة وكان العرض الانحرافى غايته (١) جزءان ثلثان (٢) وكانت التعاديل الجزئية التى هى أقل من تمام التعديل معلومة (٣) في الطول ونسبته إلى التعديل كله معاومة فيأخذ في الموضع الذى يريد أن يحسب (٤) له ما نسبته إلى جزئين وثلثين نسبةً للتعديل الخاص بذلك الجزء (٥) من الاختلاف في ذلك الموضع الذى فيه (٦) المركز إلى أعظم التعديل مثل ذلك الجزء من الجزئين والثلثين (٧) فما حصل يثبت في الصف الرابع يلزأ ذلك العدد وأما الصفوف الخوامس فهى للتعديل العرضى الكائن بحركة مركز التدوير في الحامل وقد كنا علمنا أن ما يحدث من ميول أفلاك التدارير التواء وانحرافا وعوداتها في الدوائر الصغار المذكورة تكون (٨) على قياس العودات إلى الفلك الخارج المركز وكانت (٩) مقادير هذه الميول والانحرافات قريبة مما للقمر في ميله ليس بينهما تفاوت يعتد به وكانت الزوالات الجزئية التى نحن في طلبها قريبة وكان حساب ذلك في باب القمر مما قد فرغ منه فليقل (١٠) إلى ما هاهنا لكننا (١١) نضربها في اثني عشر لأنها نسبت هناك إلى خمسة وهاهنا إلى ستين .

فصل

في حساب تباعد الكواكب الخمسة في العرض (١٢)

فمتى أردنا أن نحسب حساب العرض أما في زحل والمشتري والمريخ فلما ندخل الطول المعدل في الجدول الذى للكوكب الموضوع للعدد أما للمريخ فيأخذ بحاله وأما

(١) ف : عامة

(٢) د : و ثلاثون - وفي هامش ب : و ثلاثون دقيقة

(٣) د : معلوما (٤) د : يحد

(٥) د : الجز الجز

(٦) د : منه

(٧) ب : و ثلثي - وبين السطرين [وثلثين] - وفي د : و

(٨) د : يكون

(٩) د : فكانت

(١٠) د : فينقل

(١١) د : لكننا

(١٢) [فصل في حساب تباعد الكواكب الخمسة في العرض] : غير موجودة في د

للمشتري فينقص (١) منه عشرين جزءاً وأما لزحل فيزيد عليه خمسين بسبب ما بين الأوج والحد الذي منه حساب العرض فيأخذ (٢) دقائق الصف الخامس ثم تأخذ الاختلاف المعدل فندخله في سطور العدد ثم ننظر فإن كان الطول المعدل وقع في السطور الخمسة عشر الأولى أخذنا ما يلزائها من الثالث وإلا من الرابع وضربناه (٣) في الدقائق التي أثبتناها من الرابع (٤) فما اجتمع فهو عرض الكوكب وإن أخذت من الثالث فهو شمالي وأن أخذت من الرابع فهو جنوبي وأما في الزهرة وعطارد فيدخل عدد (٦) الاختلاف المعدل في سطور العدد ويأخذ (٧) ما يلزائه من الثالث ومن الرابع في الزهرة ونثبتها مفردتين وأما في عطارد فنأخذ الثالث على وجهه وننظر في الرابع فإن كان الطول المعدل في الخمسة عشر الأولى (٨) وهي (٩) أقسام الصف الأول إلى تسعين متزايدة (١٠) بستة ستة (١١) لا بثلاثة ثلاثة (١٢) فإن ذلك بعدها نقصا (١٣) مما في الرابع عشر من الأجزاء المأخوذة وإن كان بعدها زدنا عليه عشر ذلك نطلب الحد ونثبتته ثم نزيد على الطول المعدل للزهرة تسعين أبداً ولعطارد مائتين (١٤) وسبعين (١٥) فإن زدنا (١٦) على دورة أسقطناها وأخذنا الباقي فما حصل أدخلناه سطور (١٧) العدد ونظرنا إلى ما يلزائه من دقائق الخامس وأخذنا (١٨) بمقداره من الثالث فما حصل فهو العرض

(٢) د : فنأخذ

(١) د : غير موجود

(٣) د : وضربنا

(٤) [من الرابع] : غير موجود في د

(٥) د : فإن

(٦) د : عند

(٧) د : ونأخذ

(٨) ب : الأولى - وفي د : الأولى

(٩) د : فهي

(١٠) د : فزايده

(١١) د : غير موجود

(١٢) د : غير موجود

(١٣) د : نقصناه

(١٤) د : مائتي

(١٥) د : وسبعين جزءاً

(١٦) د : ز اد

(١٧) د : في سطور

(١٨) د : فأخذنا

فإن كان الطول المعدل مع الزيادة واقعا في السطور الخمسة عشر الأولى نظرنا فإن كان عدد الاختلاف المعدل في تلك الخمسة عشر فالعرض جنوبي وإلا شمالي وإن لم يقع الطول المعدل مع الزيادة (١) في تلك (٢) الخمسة عشر (٣) من تلك (٤) السطور الأولى (٥) نظرنا في عدد الاختلاف المعدل فإن كان في الخمسة عشر (٦) الأولى في الشمال وإلا ففي (٧) الجنوب ثم يعود (٨) مرة أخرى إلى الطول المعدل فيأخذ (٩) في الزهرة كما هو وفي عطارد مزيدا عليه (قف) (١٠) جزءا ويدخله (١١) في (١٢) سطور العدد وينظر (١٣) إلى ما بإزائه من دقائق الصف الخامس وأنه كما يكون من ستين فنأخذ (١٤) بذلك المقدار من الرابع المعدل الذي أثبتناه (١٥) للعرض (١٦) ثم إن كان الطول الذي أدخل أيضا في الخمسة عشر الأولى نظرنا إلى عدد الاختلاف المعدل فإن كان دون (١٧) (قف) (١٨) كان شماليا وإلا (١٩) جنوبيا وإن كان الطول ليس يقع في تلك كان الأمر بالعكس فكان إن كان الاختلاف المعدل دون (قف) (٢٠) فالعرض جنوبي وإلا فهو شمالي ثم تأخذ (٢١) هذه دقائق التي وجدت لإدخالنا الطول

-
- (١) [المعدل مع الزيادة] : غير موجود في د
(٢) د : غير موجود
(٣) د : الخمسة عشر الأولى
(٤) [من تلك] : غير موجود في ب
(٥) [من تلك السطور الأولى] : غير موجود في د
(٦) د : الخمس عشرة
(٧) د : في
(٨) د : نعود
(٩) د : فنأخذ
(١٠) د : مائة وثمانين
(١١) د : ندخله
(١٢) ب : بين السطرين - وفي د ، ف : غير موجود
(١٣) ب ، د : ونظرنا
(١٤) ب ، د : فنأخذنا
(١٥) في هامش ب : فأثبتناه
(١٦) د : فأثبتناه العرض - وفي ف : العرض
(١٧) د : دور
(١٨) د : مائة وثمانين
(١٩) د : وإلا كان
(٢٠) د : مائة وثمانين
(٢١) د : نأخذ

هذه الكرة الأخيرة فنأخذ منها ما نسبته إليها نسبة الدقائق نفسها إلى ستين فها حصل أما في الزهرة فنأخذ سدسه (١) ونضعه للشمال وأما في عطارد فنأخذ نصفه وربعه ونصفه للجنوب فنقص (٢) من هذ الحسابات الثلاثة ونقصان بعضها من (٣) بعض وزيادة بعضها على بعض بحسب ما يجب من اتفاق الجهات واختلافها على عرض الكوكب من فلك البروج .

فصل

في ظهور الكواكب الخمسة واختفائها (٤)

ولما فرغ من بيان أمر عروض الكواكب شرع في إيانة الحال في (٥) ظهور الخمسة واختفائها وقد يختلف ذلك فيها وفي الثابتة لأسباب ثلاثة أحدها لاختلاف أعظامها والثاني (٦) لاختلاف ميل (٧) فلك البروج على (٨) أفق أفق وثالثها (٩) من قبل اختلاف عروضها فليكن ج د (١٠) قطعة من فلك البروج و : ا ب من الأفق وليتقاطعا (١١) على ه وليكن ر ب د من دائرة الارتفاع وليكن د موضع الشمس الذي إذا كان عليه ظهر الكوكب أما زحل والمشتري والمريخ فصباحيا (١٢) إذا سبقتها (١٣) الشمس وأما الزهرة وعطارد فمساء (١٤) أيضا إذ تسبق الشمس فإن

(١) د : و نصفه

(٢) د : فنقص

(٣) د : عن

(٤) [فصل في ظهور الكواكب الخمسة واختفائها] : غير موجود في د

(٥) د : من

(٦) د : والثانية

(٧) د : غير موجود

(٨) ب : عن

(٩) د : والثالثة

(١٠) د : د ه

(١١) ف : ولتقاطعا

(١٢) د : فصباحيا

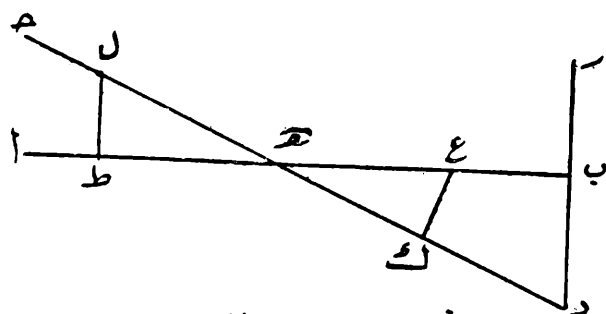
(١٣) ف : سبقتها

(١٤) د : فمساء

كان الكوكب على نفس البروج فليوضع أنه يطلع على التقاطع لا محالة فليكن ذلك التقاطع مثل ه وإن كان مائلا طلع إما شماليا عند ح مثلا (١) وإما جنوبيا عند ط ولنخرج ح ك وكذلك (٢) ط ل عمودين على ح د (٣) فيكون قوس ب د قوس بعده الشمس عن الأفق وقوس ه د قوس بعد الكوكب عن الشمس في البروج (٤) ومعلوم أنه كلما كان الكوكب أنور وأعظم (٥) كن ب د ، ه د أقصر وأنه قد (٦) يكون ب د (٧) بحاله لكن يختلف ه د بحسب اختلاف ميل (٨) أجزاء فلك البروج فيكون أقصر مرة وأطول أخرى وأنه كلما زاد الميل صغرت زاوية ب ه د فطال (٩) خط ه د وكلما نقصت الزاوية فقصر خط ه د وأنه قد يكون الميل واحدا بعينه إلا أن الكوكب لا يكون على فلك البروج فيطالع على ه بل ربما طلع ودو على (١٠) سمت (١١) ح فكان بعده في الطول دك (١٢) أو على (١٣) سمت ط (١٤) فكان بعده في الطول ه ل ولا بد من (١٥) استخراج جزئيات (١٦) هذا العرض من أن نفرض مقادير قسي الانحطاط للشمس على الأفق وهي (١٧) قسي ب د لكوكب كوكب بحسب أرصاد صيفية ليكون الهواء أرق (١٨) وشرطانية

-
- (١) د : ميلا
(٢) ف : ولذلك
(٣) د : د : ا ب
(٤) د : البرج
(٥) د : أعظم وأنور
(٦) ب : فلا
(٧) ف : غير موجود
(٨) د : غير موجود
(٩) ف : وطال
(١٠) ب : بين السطرين - وفي ف : غير موجود
(١١) د : سمب
(١٢) د : له - وفي ف : ه ط
(١٣) د : [أو ط على] بدلا من [أو على]
(١٤) د : غير موجود
(١٥) د : مكرر
(١٦) ف : جزئيات
(١٧) ب : وهو
(١٨) د : غير واضح

ليكون ميل البروج على الأفق معتدلاً فوجد (١) كوكب زحل في رأس السرطان يظهر عن بعد من حقيقة مكان الشمس مبلغه (يد) جزءاً (٢) وللمشتري (يب)



شكل (١٧٣)

جزءاً (مه) دقيقة (٣) وللمريخ (يد) جزءاً ونصف (٤) والزهرة تظهر عشاء والبعدها ١ جزءاً وثلاثان (٥) وعطارد (يا) جزءاً ونصف (٦) فلنعد الشكل ونأخذ خطوطاً مستقيمة مكان القسي إذ لا كثير فرق بين الأوتار والقسي في هذا الحساب عند الحس وليكن نقطة هـ رأس السرطان والظهور (٧) الصباحي في الثلاثة والمسائي للزهرة وعطارد وليكن الإقليم حيث أطول نهاراً (يد) ساعة وربع استوائية إذ أكثر الأرصاد القديمة والحديثة إنما انفتت في هذا الإقليم وتكون زاوية ب هـ د معلومة : هـ د معلوم (٨) وزاوية ب الشمسية قائمة فيعلم ب د إما ازحل (٩) والمشتري فلا يكون لها (١٠) في رأس السرطان ميل عن البروج فيكونان (١١) بقرب نقطة هـ وأما المريخ فيكون له عرض خمس جزء فيكون مثلاً سمته على ح ودرجته ك فيعلم مثلث ح ك هـ بسهولة : د ك وهو

(١) د : فوجد

(٢) د : غير موجود

(٣) د : (يب مه) بدلاً من [(يب) جزءاً ، (مه) دقيقة]

(٤) د : [يد ك] بدلاً من [(يد) جزءاً ونصف]

(٥) د : [هـ م] بدلاً من [١ جزءاً وثلاثان]

(٦) د : [يا ك] بدلاً من [(يا) جزءاً ونصف]

(٧) د : و للظهور

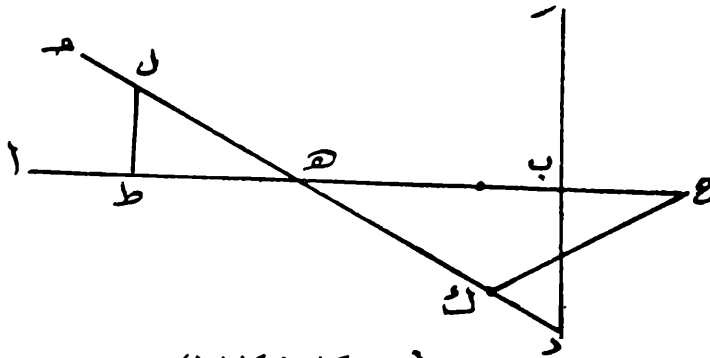
(٨) د : معلومة

(٩) د : زحل

(١٠) د : له

(١١) د : فيكون

بعد المريخ عن الشمس عن هذه الرؤية . معلوم (١) بالرصد وجميع د ه (٢) معلوم فيعلم خط ب د فيخرج في زحل (يا) جزء (٣) وفي المشتري (ى) أجزاء (٤) وفي المريخ (يا) جزءا ونصف (٥) وأما في الزهرة وعطارد فلأن قوس رؤيتهما من الشمس معلوم وموضع الشمس معلوم (٦) بالحقيقة فيعلم بالوسط فيكون هو وسطهما في الطول وإذا كان الوسط معلوما عرف اختلافهما وإذا عرف ذلك (٧) عرف موضعهما في فلك التلويز وإذا عرف موضعهما في فلك التلويز عرف مقدار ميلهما وانحرافهما



شكل (١٧٤)

فعرف عرضهما من فلك البروج وإذا عرف ذلك عرف سائر الأشياء على ما قبل وعرف د ب وهو مقدار التعديل الكلى ويخرج د ب في الزهرة خمسة أجزاء وفي عطارد عشرة أجزاء .

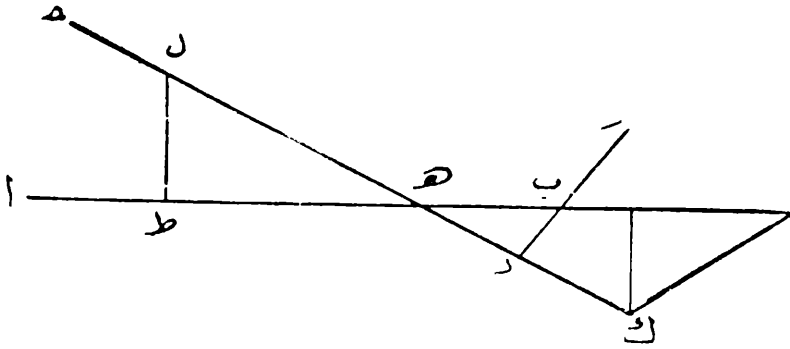
فصل

في أن ما يرى من خواص ظهور الزهرة وعطارد واختفائها موافق للأصول التي وضعت لهما (٨)

قال والأمر الذي يظهر بين اختفاء الزهرة مساء وظهورها صباحا إذا كانت في أزل الحوت في (٩) مدة يومين واختلاف (١٠) عطارد في الظهور المسائي في مبادئ

-
- | | |
|---|-------------------|
| (١) د : معلومه | (٢) د : م ر |
| (٣) د : غير موجود | (٤) د : غير موجود |
| (٥) د : [ياك] بدلا من [يا) جزءا ونصف] | |
| (٦) د : يكون معلوما | (٧) د : اختلافهما |
| (٨) [فصل في أن ما يرى من خواص ظهور الزهرة وعطارد واختفائها موافق للأصول التي وضعت لهما] | |
| (٩) ف : غير موجود في د | |
| (١٠) في هامش ب : اخلال - وفي د : واحلال | |

العقرب ربالظهور الصباحي في مبادئ الثور فهو موافق للأصول التي فرضناها . ولنبدأ بالزهرة ولتكن (١) نقطة د مبدأ الحوت وانتقع ح أبعد من ب و : ح ك مقاطعا لخط ج د لأن حساب الزهرة يوجب ذلك في المسائي وزاوية ح ه د في كل إقليم معلومة و : د ب معلوم وهو البعد (٢) الكلي ونسبة أضلاع ب د ه معلومة وقوس (٣) ك ح وهو عرض الكوكب معلوم في هذا الجزء من البروج يصير مثلث ح ك ه معلوما و : ك ه معلوم يصير (٤) ك د معلوما (٥) وهو قوس بعد الكوكب عن الشمس وخرج بالحساب ثلاثة أجزاء و : ل ح دقيقة (٦) . وأما في الطلوع الصباحي فيكون شمالية فليكن ح ك غير مقاطع لأن الحساب يوجب ذلك فلأن ح ك معلوم ونسب ح ك ، ك ه ، ه ح معلومة لأجل أن زاوية ه معلومة وهناك قائمة وكذلك نسب ب د ، د ه ، ه ب يبقى د ك معلوما وخرج بالحساب



شكل (١٧٥)

(ح ك د) (٧) دقيقة (٨) ولأن (٩) حركة الكوكب (١٠) فيما بين الخفاء والظهور في هذه المدة أقل من حركة الشمس بما تميز (١١) به الوسطى من الرجوع بل هي أقل

- | | |
|---|---------------|
| (١) د : لتكن | (٢) د : للبعد |
| (٣) ف : فقوس | (٤) د : فيصير |
| (٥) د : معلوم | |
| (٦) د : [ح ل ح] بدلا من [ثلاثة أجزاء و : ل ح دقيقة] | |
| (٧) ف : ه ك د | |
| (٨) د : [ه ك د] بدلا من [ح ك د دقيقة] | |
| (٩) د : ولأن - وفي ف : ولا | |
| (١٠) ف : للكوكب | |
| (١١) د : غير واضح - وفي ف : متى | |

من وسط نفسها الذى هو وسط الشمس بثلاثة أجزاء وأربع عشرة دقيقة والكوكب يسار به (١) فى هذا الوقت فى حصة هذه (٢) الأجزاء من المعدل إلى المغرب قدما (٣) إذ (٤) كان عند الحضيض من التدوير بحسب كما يوقف عليه من الجداول ما يكون جزءا واحدا ورابع جزء و الكوكب يقطعه فى قريب من يومين فقد وجد موافقا ثم بين (٥) هذه المطابقة فى مبدأ السنبلة فتكون الزهرة فيها جنوبية وتقع إلى ل ط دون ح ك فمن معرفة دب الذى هو البعد الكلى و : ل ط (٦) الذى هو العرض المعلوم ومساويا للذى عند أول الخوت (٧) يعام سائر الأشياء فخرج (٨) جميع دل بالحساب « يح » (٩) جزءا ودقيقتين (١٠) والرجوع الذى بصيب هذا القدر هو سبعة أجزاء ونصف (١١) وهذا للمسانى والصباحى (١٢) قد يخرج ٦ أجزاء و : (لح) دقيقة (١٣) ويصيبه من التقدم أى الرجوع جزءان (١٤) ونصف وذلك كله قريب من عشرة أجزاء ويقطعه فى قريب من ستة عشر يوما فقد خرج مطابقا وقد بين مثل ذلك فى شكلين لعطارد ونقطة ه فى أول العقرب فخرج خط دل (كب) جزءا (١٥) لكن البعد الأعظم لعطارد فى مثل هذا الموضع لا يزيد على (ك) جزءا و (يح) دقيقة (١٦) فيجب

(١) د : (يساويه) بدلا من [يسار به]

(٢) د : هذا

(٣) د : قدما

(٤) د : إذا

(٥) د : يبين

(٦) د : (و : ي ط و : وى ط)

(٧) د : غير موجود

(٨) د : فيخرج

(٩) فى هامش ب : ي ب - وفى ف : لح

(١٠) د : [ب] بدلا من [(يح) جزءا ودقيقتين]

(١١) د : [ر ل] بدلا من [سبعة أجزاء ونصف]

(١٢) د : وللصباحى

(١٣) د : (ولح) بدلا من [٦ أجزاء ، (لح) دقيقة]

(١٤) د : جزءين

(١٥) د : [هو ك ب] بدلا من [(كب) جزءا]

(١٦) د : [ك لح] بدلا من [(ك) جزءا ، (يح) دقيقة]

ضرورة أن نحل (١) ثم نجعل (٢) نقطة د (٣) أول الثور فخرج دل (كب) يو (٤) وأعظم بعد عطارد هاهنا (كب) جزءا و (يح) دقيقة (٥) فلذلك يجب أن يحل (٦) فلا يظهر .

فصل

في المسلك إلى معرفة الأبعاد الجزئية

عن الشمس عند ظهورات هذه الكواكب واختفائها (٧)

وأما السبيل إلى إبانة أمور الظهورات والاستنارات بحسب درجة فلأنه لما كان ب ر مفروضا في كل كوكب (٨) وكان (٩) مبادئ الظروف (١٠) البروج على ه معلوما (١١) تكون الزوايا معلومة ويصير د ه معلوما و : ك ح معطى في كل درجة وهو العرض و : ط ل يصير قوسى (١٢) ك د (١٣) ، ه ل معطى (١٤) ويصير قوس دل معطى (١٥) فحسب على هذه السبيل وفرض جداول خمسة لكل كوكب جدول فوضع الثلاثة الأولى للكواكب العلوية في الجداول الأولى مبادئ البروج وفي الثانية أبعاد الطلوعات (١٦) الصباحية وفي الثالث أبعاد الغروبات المسائية وأما الزهرة وعطارد

(١) ب : غير واضح - وفي د : يحل

(٢) د : جعل

(٣) ف : هـ

(٤) د : كب لو

(٥) د : (يح) بدلا من [(كب) جزءا ، (يح) دقيقة]

(٦) ب : غير واضح

(٧) (فصل في المسلك إلى معرفة الأبعاد الجزئية عن الشمس عند ظهورات هذه الكواكب واختفائها) :

في موجود في د

(٨) هنا أيضا خلط في مخطوط ف

(٩) ف : فكان

(١٠) د : غير موجود

(١١) د : معلومة

(١٢) ب : غير واضح

(١٣) ب : غير واضح - وفي د : ك ر

(١٤) د : معطا

(١٥) د : معطا

(١٦) د : لطلوعات

فجعل لهما خمسة صفوف في الأول مبادئ البروج وفي الثاني أبعاد الطلوعات (١)
المسائية (٢) وفي الثالث أبعاد الغروب (٣) المسائية (٤) وفي الرابع أبعاد الطلوع
الصباحي وفي الخامس أبعاد الغروب (٥) الصباحي (٦) فهذا آخر ما اختصرناه (٧)
من كتاب المجسطي وهناك تم الكتاب

والحمد لله رب العالمين وصلواته على سيدنا محمد

وآله الطيبين الطاهرين (٨)

(١) د : الطلوع

(٢) د : المسائي

(٤) د : المسائي

(٣) د : الغروب

(٥) د : الغروب

(٦) د : الصباحية

(٧) ب : ما اختصرنا - وفي د : ما اختصر

(٨) ب : [والحمد لله وحده وصلى الله على سيدنا محمد وآله الطاهرين] - وفي د : (وهو آخر

الكتاب تمت المقالة الأخيرة من كتاب المجسطي بحمد الله وحسن توفيقه)

إبتداء المقالة المضافة
إلى ما اختصر من كتاب المجسطى
مما ليس يدل عليه المجسطى

ابتداء^(١) المقالة^(٢) المضافة

إلى ما اختصر من كتاب المحسّطى مما ليس يدل عليه المحسّطى

قال الشيخ الرئيس^(٣) إنه يلزمنا أن نطابق بين المذكور فى المحسّطى وبين المعقول من العلم الطبيعى ونعرف كيفية وقوع هذه الحركات وأن نورد من الفوائد ما أدرك بعد المحسّطى لكننا نطابق بذلك وضع المحسّطى فأول ذلك أن نعرف كيفية إمكان دور كرة فى حشو كرة دورها الخاص مع اتباعها الكرة^(٤) الخيطة بها فى الحركة فنقول أما إذا كان محورهاها^(٥) واحدا فمن المستحيل أن تدور الكرة الداخلة دورها وتدور أيضا بالعرض مع أن الكرة المحيطة بها دورة ترى مخالفة لدورة نفسها فى الجهة بل إنما يمكن ذلك بأن يكون المحوران متخالفين إما متقاطعين على المركز ولما غير متقاطعين ويكون طرفا المحور من الداخل وهما القطبان يازمان نقطتين من الكرة الخارجة ازوما لا ينفارقاتها^(٦) فتكون الكرة الداخلة تتحرك على محورها لكن يعرض^(٧) لقطبها^(٨) الحركة اتباعا للحركة النقطتين^(٩) اللتين^(١٠) يلزمانها فيدور القطبان مع تلك النقطتين حول قطب الكرة الخارجة^(١١) فيعرض للقطبين أن يطلعا على الأفق وأن يغربا عنه فيعرض أن ترى الكرة الخوفية^(١٢) وقد زالت مع القطبين إلى جهة حركة ما^(١٣) يشمها^(١٤)

(١) د : غير موجود

(٢) د : المقالة الأخيرة

(٣) [قال الشيخ الرئيس] : غير موجود فى د

(٤) د : للكره

(٥) د : محور كلّهما

(٦) د : لايفارقانه

(٨) د : لقطبها

(٧) د : يفرض

(٩) د : النقطة

(١٠) د : التى

(١١) د : الخارجية

(١٢) د : المحوفة

(١٣) د : مما

(١٤) د : يسهلها

وأما إن كان المحور غير مقاطع فذلك أظهر كما يعرض أن يكون رحا صغيرة أو كرة (١) صغيرة مضمونة في رحا كبيرة أو كرة كبيرة (٢) ومودعة فيها (٣) في جهة ومركزها مخالف فتلور على نفسها وتلدور (٤) أيضا بالعرض حول مركز المحيطة (٥) فهكذا ينبغي أن يتصور حال الكرة التي (٦) للإروج عند الكرة التي للكل لكنه قد وجد الميل الذي لهذه الكرة في زمان المأمون (٧) أقل مما وجدته بطليموس ووجدت حركات الثوابت أسرع أما مبلغ الميل فوجد (كح نه) (٨) وكان ما وجدته بطليموس (كج نا) (٩) ثم وجد بعد رصد المأمون (١٠) وقد تناقض دقيقة ورصدناه نحن (١١) بعد ذلك (١٢) فوجدناه (١٣) أنقص أيضا بقريب من نصف دقيقة بعد نقصان دقيقة فنسبته (١٤) أن يكون ذلك لتحلل في آلة بطليموس وخصوصا التفاوت الذي بعد ذلك فلأن (١٥) الآلات تحل إخلالا كثيرا ونسبته (١٦) ألا يكون (١٧) أبرخس قد احتاط في أمر الثوابت فإن لم يكن كذلك فنسبته (١٨) أن يكون ما قاله بعضهم حقا وهو أن من شأن كرة الثوابت التي لها الميل أن يقل ميلها وأن يكثر فيعرض من ذلك اختلاف الميل وظهور سرعة حركة الثوابت (١٩) بعد بطاء (٢٠) وهذا إنما يمكن إذا كان

(١) د : كبيرة

(٢) (أو كرة كبيرة) : مكرر في د

(٣) د : منها (٤) ف : فتدور

(٥) د : المحيط (٦) ف : في الهامش

(٧) د : غير موجود

(٨) د : (ثلاث وعشرين درجة وخمس وثلاثين دقيقة) بدلا من [كح له]

(٩) د : [إحدى وخمسين دقيقة] بدلا من (كح نا)

(١٠) د : مأمون

(١١) د : غير موجود

(١٢) د : ذلك أيضا

(١٣) د : غير موجود

(١٤) ف : فيشبه

(١٥) د : فإن

(١٦) د ، ف : ويشبه

(١٧) د : أن لا يكون

(١٨) د ، ف : فيشبه

(١٩) د : للثوابت

(٢٠) د : طور

بين كرة الكل وكرة الثوابت كرة أخرى يدور (١) قطباها حول قطبي حركة الكل وتكون كرة الثوابت يدور أيضا (٢) قطباها حول قطبي تلك الكرة فيعرض لقطبها (٣) تارة أن تصير إلى جهة الشمال منخفضة وتارة إلى جهة (٤) الجنوب مرتفعة بدورها (٥) فيلزم من ذلك أن يضيق الميل تارة وينسع أخرى (٦) وقد خمن فيه شيء آخر وهو أن تكون للشمس في كرة تدويرها حركة بطيئة نحو القطبين ولكنها تلزم فلك (٧) خارج (٨) المركز (٩) يدبرها إلى المشرق والأول أشد مطابقة لسائر الاختلافات التي وجدت في مقدار زمان السنة (١٠) وظهور (١١) حركة الأوج (١٢) للشمس بعد خفائها ومما يتعلق بأمر الميل وما يتبع الميل مما أدرك (١٣) بعد فإنه يمكن الدلالة على القسي المطلوبة من الميل والمطالع وسعة المشرق وغير ذلك بشكل لا نحتاج فيه إلى تأليف النسبة ويتم بنسبة واحدة وقد تصرف فيه من قرب من زماننا ومن في زماننا ولنا في ذلك وجوه منها وجه (١٤) واحد وهو أن (١٥) نقول إذا تقاطع دائرتان (١٦) من الدوائر (١٧) الكبار مثل أ ب ، ا ج على أ وتعلم أن (١٨)

-
- (١) د : يدور
(٢) [قطباها حول قطبي الكل وتكون كرة الثوابت تدور أيضا] : في هامش ف
(٣) د : نقطبها
(٤) د : غير موجود
(٥) د : غير موجود
(٦) د : غير موجود
(٧) د : فلكا
(٨) د : خارجا
(٩) د : لمركز
(١٠) [مطابقة لسائر الاختلافات التي وجدت في مقدار زمان السنة] : غير موجود في د
(١١) ف : فظهور
(١٢) د : غير موجود
(١٣) د : ادركت
(١٤) د : وجه
(١٥) د : أتا
(١٦) د : دائرتان
(١٧) د : غير موجود
(١٨) د : غير موجود

إحديهما (١) نقطتان مثل ب ، د وقام عليهما قوسان من الكبار تقطعان الأخرى
 مثل ب ح ، د ه ومعلوم أنهما من الكبار لأنهما قائمتان (٢) على أ ب فيخرجهما
 من قطب ا ب فنقول إن نسبة جيب ا ج إلى جيب ا ه مثل نسبة جيب ب ج
 إلى جيب د ه برهان (٣) ذلك (٤) ليكن ر مركز الكرة ونصل ج ه فإن
 كان موازيا لخط ا ر (٥) الخارج من المركز فبين أن جيب ا ج وجيب ا ه
 متساويان والنسبة واحدة وإن التقيا فليكن عند ح ولنصل ر ب ، ر د (٦) ونخرج
 ح ط عموداً على د ب (٧) و ه ك عموداً على ر د وهما جيبا قوسى (٨) ج ب ،
 د ه ولأنهما عمودان على فضل مشترك بين سطحين قائم أحدهما على الآخرين أعنى
 سطح دائرة ا ب و سطح دائرة ب ج ودائرة (٩) ه د وهما (١٠) عمودان على السطح
 ومتوازيان ونصل ط ك فى سطح دائرة ا ب ونصل ك ح (١١) ونبين (١٢) أنه خط
 مستقيم بمثل ما بين فى الشكل القطاع فيكون مثلث ج ط ح واقعا (١٣) فيه (١٤) ه ك
 موازيا للقاعدة فنسبة ح ه ، ه ح أعنى جيب ا ج (١٥) الى (١٦) جيب ا ه كنسبة
 ط ح ، ه ك وهما الحيطان الآخران فإذا (١٧) تقرر هذا فلك أن تستخرج الميول الجزئية
 بأن تقول فى ذلك الشكل بعينه نسبة جيب قوس ه ح المعلومة إلى جيب قوس ط ح

(١) د : عل أحدها

(٢) د : قائمتان

(٣) د : برهانه

(٤) د : غير موجود

(٥) د : ا ر

(٦) د : ر ت

(٧) د : ر ب

(٨) د : قوس

(٩) د : أو دائرة

(١٠) د : مهما

(١١) [فى سطح دائرة ا ب نصل ل ح] : غير موجود فى د .

(١٢) د : وبين .

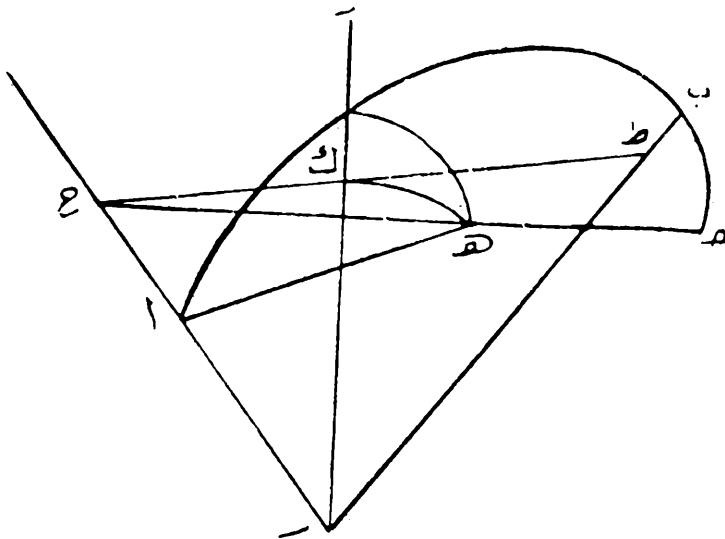
(١٣) ب ، د : واقع .

(١٤) ف : فى

(١٥) ب : غير واضح

(١٦) د : غير موجود

(١٧) ب : وإذا .



شكل (١٧٦)

المجهولة كنسبة جيب قوس ط ر (١) المعلومة إلى جيب قوس ا ب المعلومة وتستخرج (٢) المطالع في الكرة المنتصبة من ذلك الشكل بعينه فإن نسبة جيب رح المعلوم إلى جيب ح ب (٣) المعلوم (٤) كنسبة جيب ر ط المعلوم (٥) إلى جيب ط ا المجهول ف : ط ا (٦) المعلوم نسقطه من ا الذي هو (ص) (٧) يبقى ه ط وهو مطالع ه ح معلوما وكذلك قد نعلم (٨) به سعة المشرق من عرض البلد (٩) فإن (١٠) نسبة جيب ه ط المجهول وهو سعة المشرق إلى جيب ط ح المعلوم وهو ميل الدرجة كنسبة جيب ا ه المعلوم وهو (ص) (١١) إلى ه د وهو تمام عرض البلد وكذلك تعلم عرض البلد من ذلك لأن الرابع وهو تمام

(١) د : ط ر ح .

(٢) د : وستخرج .

(٣) ف : ح ب

(٤) (إلا جيب ح ب المعلوم) : غير موجود في د

(٥) ف : المعلومة .

(٦) (المجهول ف : ط ا) : في هاش ب ، وغير موجود في د ، ف .

(٧) د : تسعون

(٨) د : يعلم

(٩) ف : البلدان .

(١٠) ف : غير موجود .

(١١) د : تسعون

عرض البلد يكون هو المجهول (١) وكذلك تعلم (٢) تعديل نهار كل (٣) درجة شئنا فإن (٤) نسبة جيب قوس تمام ميل الدرجة إلى جيب تمام سعة مشرقها كنسبة جيب القوس التي من قطب (٥) معدل النهار المنتظم من تمام الميل والميل وجميع ذلك معلوم إلى تمام تعديل النهار المجهول وإذا علمت تعديل نهار الدرجة في عرض ما فقد علمت مطالعها في ذلك العرض فإن نقصته أو زدته على مطالع الكرة المنتصبة خرجت المطالع المطلوبة وأنت يمكنك أن تستخرج العرض من تعديل النهار وتعديل النهار من العرض وتستخرج سعة المشرق منهما (٦) وبعضها من بعض على القانون المعلوم وقد يمكنك (٧) أن تستخرج (٨) بذلك حال الزوايا وبعد الكوكب عن (٩) معدل النهار ودرجة ممره لكنه يحوج (١٠) إلى توسط (١١) معلوم يعلم (١٢) غير المعلومات المذكورة فيكون الحساب في ذلك أطول من الحساب في المعنى لأنه يحوج إلى معرفة (١٣) ذلك المعلوم وهو إما عرض الدرجة وإما ظلها فلا يكون ذلك اختصاراً (١٤) بحسب الكتاب قد رصد بعد (١٥) بطليموس الأوج (١٦) فلم يوجد أوج الشمس حيث كان وجده (١٧) بطليموس بل وجد زائلاً نحو المشرق مثل زوال الكواكب (١٨) الثابتة ووجدت

(١) وكذلك تعلم عرض البلد من ذلك لأن الرابع وهو تمام عرض البلد يكون هو المجهول [:

غير موجود في د

(٢) د : يعلم

(٣) ب : غير واضح

(٤) د : بأن - وفي ف : [شئنا فإن] غير واضح

(٥) (التي من القطب) : غير واضح في ف

(٦) د : منها (٧) د : يمكن

(٨) د : تعلم

(٩) د : من

(١٠) د : يخرج

(١١) د : توسط

(١٢) د : تعلم

(١٣) هـ : عرفه

(١٤) د : اختصار

(١٥) د : غير موجود

(١٦) د : غير موجود

(١٧) د : وحده

(١٨) د : الكوكب

الكواكب الثابتة زائلة (١) أيضا (٢) زوالا يوجب أن يكون في كل ست وستين سنة (٣) درجة وإذا كان كذلك فإن كرة الشمس التي تحركها إلى المشرق لا يكون عودة الشمس فيها وعودتها (٤) في فلك البروج في زمان واحد لتقدم الأوج فلم يكن الصواب أن تشتغل في استخراج وسط الشمس بعودتها إلى النقط (٥) بل بعودتها إلى بعد بعينه من بعض الثوابت (٦) إذ لو كان الأوج ثابتا لكان اعتبار عودتها (٧) إلى الثوابت متقدمة (٨) على (٩) درجته وكذلك (١٠) إذا كان متحركا فاعتبار عودته إلى النقط (١١) متأخرة (١٢) وقد (١٣) وجد أيضا جرم الشمس أصغر مما وجدته بطليموس لأن في حساب بطليموس ورصده شيئا (١٤) من التساهل وفي حساب هؤلاء استقصاء والطريق واحد . يجب أن تكون كرة الشمس الكبرى تلتئم (١٥) من عدة أكر إحداها (١٦) الكرة التي لأجلها تتحرك الحركة اليومية وتسمى المحركة وهي الكرة المحيطة والثانية الكرة التي لأجلها يتحرك أوجها حركة الثوابت وتسمى (١٧) الشبيهة ويكون وضعها من الحركة (١٨) وضع كرة الثوابت من الكرة الأولى والثالثة كرة الأوج المختلف الثخن يكون مركز سطحها الخارج مركز البروج ومخالفا (١٩) لمركز سطحها الباطن وهي التي تحركها الشبيهة والرابعة (٢٠)

(١) د : غير موجود .

(٢) ف : [أيضا زائلة] بدلا من [زائلة أيضا]

(٣) ف : في الهامش (٤) د : وعودته

(٥) د : النقطة . (٦) د : الكواكب

(٧) د : عودته (٨) ب : يتقدمه - وفي د : مقدمة

(٩) د : غير موجود (١٠) د : فكذلك

(١١) د : النقطة

(١٢) ب ، د : يؤخره - وفي ف : غير واضح

(١٣) د : قد (١٤) ب : شيء - وفي د : شيء

(١٥) د : يلتئم

(١٦) ب : احداها - وفي ف : احديهما

(١٧) د : ويسمى

(١٨) د : المركز

(١٩) ب : ومخالف

(٢٠) [كرة الأوج المختلف الثخن يكون مركز سطحها الخارج مركز البروج ومخالفا لمركز سطحها

الباطن وهي التي تحركها الشبيهة والرابعة] : غير موجود في د

الكرة التي تحركها (١) إلى المشرق وهي الخارجة المركز فيلزمها بسبب خروج المركز والمحور حركة الشبهة اللازمة إياها وحركة (٢) المحركة (٣) وتكون تحت الخارجة المركز كرة سطحها الباطن مركز الأرض وسطحها الخارج مخالف ليتم به الثخن تم تكون تحها (٤) محركة الزهرة (٥) وكذلك يجب أن يكون لكل كوكب ويكون اعطارد والقمر كرة يحيط بخارجيهما (٦) تنحرك (٧) إلى المغرب وتنقل الأوج وتكون أيضا خارجة المركز وتكون كرة أخرى تحرك أوجها البطيء فيكون لها أوج وفيها أوج فتتقل هي الأوج الأسفل بسرعة حركتها وتنتقل (٨) الشبهة أوجها ببطء (٩) ولا يبعد أن يكون للزهرة وعطارد كرة لأجلها ينطبق عرضها ويجاوز (١٠) من جهة قطب إلى جهة قطب آخر ويكون حالها حال الكرة المظنونة بين الثوابت والكرة الأولى على أن الحركة السماوية لإرادية ولا (١١) يمنع فيها أن لاتتم الدائرة يجب أن تعلم أن حال كرة التدوير في الخمسة (١٢) أنها ملتزمة (١٣) من أكر تلزمها (١٤) حركات الأقطاب يكون بها الميول المختلفة للأقطاب (١٥) المشار إليها فتكون (١٦) كرة باطنة تفعل حركة الكواكب على مركزها وكرة يميل (١٧) قطبي (١٨) هذه على ما تقتضيه حركة أحد القطبين (١٩) وكرة (٢٠) يميل نقطتي (٢١)

(١) (الشبهة والرابعة الكرة التي تحركها) . في هامش ف

(٢) د : حركة (٣) ف : غير واضح

(٤) د : تحته

(٥) ف : للزهرة

(٦) د ، ف : بخارجها

(٧) د : تخرج

(٨) د : وتنقل - وفي ف : في الهامش

(٩) د : ببطء

(١٠) ف : غير واضح

(١١) د : فلا (١٢) د : غير موجود

(١٣) د : غير واضح (١٤) ف : غير واضح

(١٥) ف : الأقطاب

(١٦) د : فتكو

(١٧) د : يميل

(١٨) ب ، د : قطر

(١٩) [يميل قطر هذه على ما تقتضيه حركة أحد القطبين] : في هامش ب - وفي د ، ف : القطرين

(٢٠) ب : غير موجود (٢١) د : بقطبي

هذه المذيلة إلى ما تقتضيه حركة القطر الثاني من الالتواء والانحراف واعلم (١) أن الرصد الحديث أخرج مقادير الخطوط الواصلة ونسب أولى (٢) أفلاك التداوير مخالفة بشيء يسير لما (٣) أوجبه بطليموس لكننا من (٤) وراء أن يتحقق ذلك برصد نحاوله (٥) نرجو (٦) أن نبليغ (٧) في استقصائه ما لم يبلغ من (٨) قبلنا (٩) بعون (١٠) الله وحسن توفيقه .

آخر كتاب المجسطى مما اختصره الشيخ الرئيس أبو علي الحسين بن عبد الله بن سينا رحمة الله عليه وحسبنا الله ونعم النصير وصلى الله على سيدنا محمد وآله الطاهرين وسلامه . (١١)

(١) د : غير موجود

(٢) د : أقطار

(٣) د : بما

(٤) د : غير موجود

(٥) ف : محارلة

(٦) ف : يرجو

(٧) ف : يبلغ

(٨) د : غير موجود

(٩) [يبلغ من قبلنا] : غير واضح في ف

(١٠) د : بمعونة

(١١) [آخر كتاب المجسطى مما اختصره الشيخ الرئيس أبو علي الحسين بن عبد الله بن سينا رحمة الله

عليه وحسبنا الله ونعم النصير وصلى الله على سيدنا محمد وآله الطاهرين وسلامه] : غير موجود في د